

ROK V LUTY 1950 R. NR 2

BIURO WYDAWNICTW POLSKIEGO RADIA

cena 100 zł.

TREŚĆ NUMERU:

R A D I O
MIESIĘCZNIK DLA TECHNIKÓW I AMATORÓW
Rok V Luty 1950 Nr 2

Z kraju i zagranicy

„Jakość" audycji w radiofonii

Problem ten, problem „jakości" czyli dobrego, bez zarzutu nadawania i odbioru audycji, zajmował, w równej mierze, umysły zarówno specjalistów jak i słuchaczy radia. Pierwsi usiłowali znaleźć środki techniczne dla uzyskania tego, co sami określali jako dobrą jakość, drudzy stawiali wymagania, a właściwie nie mogąc ich dokładnie, technicznie, sprecyzować, wyrażali swe zadowolenie lub niezadowolenie czy wreszcie opinię oraz wysuwali dezyderaty co do poprawy.

Z biegiem czasu okazało się, że drogi techników i słuchaczy rozeszły się, nie znaleziono bowiem wspólnego języka i nie postawiono jednolitych wymagań. Technicy mianowicie uznali jako naczelny i jedyny właściwie warunek aby „ośrodek przenoszenia" tzn. cały łańcuch urządzeń od mikrofonu poprzez wzmacniacze, urządzenia do nagrywań, linie kablowe, nadajniki wreszcie odbiorniki a w nich głośniki — żeby te środki techniczne stanowiły, w porównaniu do słuchacza bezpośredniego, tj. obecnego na sali, ośrodek całkowicie neutralny. W tym celu postawiono zupełnie ścisłe, cyfrowe warunki, które można najogólniej streścić jak nast.: charakterystyka częstotliwości równa w zakresie, powiedzmy, od 20 do 20 000 c/s, zniekształcenia harmoniczne poniżej kilku procent, wreszcie poziom szumów własnych najwyżej 1/1000 poziomu normalnego. W ten sposób, ustaliwszy wymagania powyżej tego co się wydawało potrzebnym, usiłowano wyeliminować wpływ ośrodka przenoszącego.

Zaczęło się, a właściwie skończyło na tym, że radiotechnicy nie zdołali osiągnąć takiego ideału. Najsłabszym punktem był i pozostał głośnik odbiornika. Cóż z tego że cały układ ma charakterystykę równą jak nitka, gdy głośnik wykazuje wahania w oddawaniu większe niż cały poprzedzający go łańcuch urządzeń technicznych razem. Oczywiście że wykonano aparatury specjalne, które w znacznej mierze spełniały powyższe wymagania, ale olbrzymie rozpowszechnienie tanich odbiorników spowodowało, że kiepski głośnik zapanował wśród odbiorców.

Gdy jednak zbadano sprawy przenoszenia na urządzeniach specjalnych najwyższej jakości oraz wyrobiła się szeroka, choć może nie dość jasno sprecyzowana opinia rzesz radiosłuchaczy, okazało się że wcale nie jest pożądane aby ośrodek przenoszący, od mikrofonu do głośnika, był całkowicie neutralny. Co do zniekształceń harmonicznych, nie powstały spory, jak najmniejsza ich zawartość pozostała celem do którego się dąży. O ile jednak zniekształcenia określano i badano na jednym tonie prostym, dowolnie zresztą wybranym wzdłuż całej gamy częstotliwości, to później zaczęto doceniać rolę tzw. „intermodulacji", czyli powstawania tonów dodatkowych, kombinowanych z pośród dwu lub wielu tonów prostych jakie równocześnie wprowadza się do łańcucha urządzeń radiotechnicznych. Te tony kombinowane okazały się groźniejsze, jeżeli chodzi o ujemny wpływ na wrażenia słuchowe, od zniekształceń harmonicznych. Nie określono jednak liczbowo ich charakteru, limitów oraz sposobu pomiarów. Ponieważ jednak powstawanie intermodulacji pochodzi z tej samej przyczyny co zniekształcenia harmoniczne, a mianowicie z nieliniowości charakterystyk lamp, więc, dla uproszczenia, zaostrzono tylko warunki na zniekształcenia, sprawy zbadania i zmierzenia intermodulacji pozostawiając w cieniu.

Jeżeli jednak chodzi o charakterystykę częstotliwości to okazało się, że słuchacze wcale nie lubią bardzo rozszerzonego zakresu częstotliwości. Zwłaszcza stwierdzono, że sami odbiorcy najczęściej obcinają dobrowolnie, za pomocą regulatora barwy dźwięku, wysokie tony. Z jednej strony uzyskuje słuchacz w ten sposób najmniejsze szumy i zakłócenia czy trzaski atmosferyczne, których działalność najsilniej objawia się w tych rejestrach. Z drugiej jednak strony, nawet przy odbiorze stacji lokalnych, gdzie zakłócenia są minimalne, stwierdzono te tendencje, źródło musi być więc głębsze.

Jako więc pierwszy i zasadniczy postulat należy postawić sprawę właściwości ucha ludzkiego. Jest to instrument o niezmiernie skomplikowanym charakterze, w którym gra rolę nie tylko mechanizm jego budowy, ale i przede wszystkim strona psychiczna.

Nie możemy, w tych szczupłych ramach, omawiać dokładnie własności ucha ludzkiego i zmysłu słuchu, ale zwrócimy pokrótce uwagę na dwa zastanawiające fakty. Po pierwsze, uszu mamy dwa, każde z oddzielnym mechanizmem słuchowym, nerwami, ośrodkiem mózgowym itd. Dzięki temu uzyskujemy, m. in., możność odróżniania kierunku dźwięku. Po drugie, słuch

ludzki posiada cudowną właściwość psychicznego skupiania się na pewnej wybranej grupie dźwięków a wyeliminowania drugiej, w tej chwili zbędnej. Któż nie zauważył, że jeśli prowadzi w czasie, powiedzmy, audycji muzycznej, interesującą rozmowę z inną osobą, lub czyta coś zajmującego — nie słyszy wcale audycji, lub odwrotnie. Czy jest do pomyślenia, żeby urządzenia techniczne, przy zastosowaniu nawet najbardziej przemyślnych środków, zdołały wyrzucić jedną część dźwięków a drugą, poprzeplataną z tamtą, zatrzymać?

Ucho słyszy równocześnie całą mniej więcej gamę częstotliwości, ale tylko jeśli poziom siły dźwięku jest „normalny". Jeśli natomiast, za pomocą regulacji siły głosu, nastawimy na cichy odbiór, uderza każdego odmienny charakter brzmienia głosu: brak jest mianowicie niskich i wysokich tonów, które szybciej zanikają niż średnie. Dlatego to słuchacze lubią słuchać głośno, co nawiasem mówiąc jest zmorą naszych czasów.

Jeżeli więc tylko tych kilka danych weźmiemy pod uwagę, stwierdzić musimy, że ośrodek radiowy przekazujący dźwięki ze studia do ucha słuchacza nie jest i nie powinien być neutralny. Neutralnym powinien by on być wtedy gdyby ośrodkiem zbierającym dźwięki w studio było ucho ludzkie i wrażenia słuchowe człowieka. Te wrażenia dopiero przekazywane drogą radiową do uszu słuchacza powinnyby być nieskażone łańcuchem ośrodków przenoszenia. Ponieważ jest to fizycznie niewykonalne, musimy więc użyć mikrofonu, który ucha ludzkiego udawać nie może i nie będzie, a zwłaszcza nie może skopiować całego niezmiernie skomplikowanego mechanizmu zmysłu słuchu.

Ważny również jest problem tzw. dynamiki. Jeśli na sali koncertowej, w czasie muzyki symfonicznej, poziom najsilniejszego dźwięku do najsłabszego wynosi aż 3000 : 1, to naśladowanie tego w urządzeniach radiowych jest niemożliwością. Z jednej strony góra jest ograniczona pełną tj. 100% modulacją fali nośnej, z drugiej strony dół musi pokryć szumy własne urządzeń, nie wiele niższe od 1%. Największa więc dynamika urządzeń radiotechnicznych oraz płyt wynosić może w praktyce 100 : 1 i stąd kompresja, naruszająca proporcje granych utworów. Ze strony odbiorczej, słuchacz nie lubi zbyt dużej dynamiki, która wydaje mu się niewłaściwym nagraniem. Z jednej strony nie może tolerować zbyt silnego nawet chwilowego „hałasu", ze względu choćby na sąsiadów, z drugiej strony zbyt słabe piano nie odpowiada mu ponieważ pokrywa je szum odbiornika oraz trzaski, ruchy domowników itp.

Jeżeli tych kilka faktów weźmiemy pod uwagę, a dotykamy rzeczy tylko powierzchownie, stwierdzimy że radiowy ośrodek przenoszenia nie jest żadną neutralną transmisją tego co powinno być wykonane jak przed słuchaczem bezpośrednim. Jest to zupełnie specjalny system, od którego można pewnych, powiedzmy, wielu rzeczy wymagać, ale do właściwości którego trzeba się dostosować, aby — dostosowawszy — naknajlepiej wykorzystać.

Rzeźbiarz lepiący w glinie lub kujący w marmurze, malarz malujący farbami olejnymi na płótnie — dostosowują się do materiału jakim dysponują. Za pomocą tych samych środków można stworzyć rzeczy wielkie i rzeczy słabe. Kto słyszał przez radio płytę z utworem Ducas'a „Uczeń Czarnoksiężnika" wykonaną przez orkiestrę pod batutą Toscaniniego, ten, jeśli ma ucho wrażliwe, nie zapomni piękna tego utworu i najcudowniejszego nagrania jakie chyba tylko istnieje. Doświadczenie życiowe jednak chciało, że ten sam utwór był wykonywany przez jedną z naszych mniejszych orkiestr regionalnych. Zacząłem słuchać i przeżyłem głębokie rozczarowanie: był to utwór płaski, bez polotu, dynamiki i czaru. Zamknąłem radio i zadałem sobie pytanie na czym polega różnica, skoro utwór ten sam i ośrodek ten sam?

Nie mogąc jako nie — muzyk tych spraw roztrząsać, powrócę do bardzo ważnego moim zdaniem problemu dynamiki. Jeśli dyrygent będzie kierował orkiestrą w sposób właściwy sali koncertowej, pozostawiając dostosowanie się do wymogów i możliwości ośrodka radiowego mikserowi w reżyserce — to, naszym zdaniem, nie może z tego wyjść nic dobrego. Trzeba wiedzieć z jakiej gliny się lepi. Jestem najświęciej przekonany, że Toscanini, Beecham czy Stokowski sami modelują swe utwory i dostosowują ich wykonanie do wymagań i możliwości radia czy płyty. Gdyby dostosowanie pozostawili mikserowi, to dyrygowaliby swymi orkiestrami tylko w połowie. Któż zaś ma lepszy słuch, subtelniejszy smak muzyczny od nich samych? Jednak wielcy dyrygenci i wielcy soliści dali nam na płytach rzeczy wielkie, mimo ograniczonych możliwości jakie technika dała im do dyspozycji. Umieli je jednak jak najlepiej wykorzystać. **K. L.**

WPROWADZENIE DOWODÓW RADIOFONICZNYCH.

Od stycznia br. Centralny Urząd Radiofonii rozpoczął wprowadzanie nowych dowodów radiofonicznych dla abonentów radiowych. Wszyscy abonenci głośnikowi oraz posiadacze odbiorników lampowych i detektorowych, którzy rejestrują się w tym roku otrzymują specjalne książeczki, zawierające szereg blankietów. Umożliwiają one utrzymywanie kontaktu z urzędem radiowym oraz uproszczenie przy wnoszeniu opłat za korzystanie z radia.

Obywatel, którzy pragnie zainstalować u siebie w mieszkaniu głośnik mieszkaniowy, zgłasza się do najbliższego radiowęzła, gdzie po załatwieniu formalności i wniesieniu opłat otrzymuje dowód radiofoniczny na prawo posiadania i użytkowania głośnika radiofonii przewodowej. Każda taka książeczka posiada swój numer, pod którym abonent zarejestrowany jest w Centralnym Urzędzie Radiofonii. Dzięki temu, że dowód zawiera przekazy, przy pomocy których abonent opłaca co miesiąc abonament radiofoniczny i otrzymuje w książeczce poświadczenie wpłaty, zlikwidowana została olbrzymia praca, polegająca na wysyłaniu co miesiąc do przeszło 1.200.000 posiadaczy urządzeń radiowych, wezwań do wniesienia taksy radiofonicznej.

Obywatel, który zdecydował się kupić sobie odbior-

nik lampowy względnie kryształkowy wyrabia w najbliższym urzędzie pocztowym dowód radiofoniczny — drugiego rodzaju — na prawo nabycia, posiadania i używania radiofonicznego urządzenia odbiorczego.

Posiada on zawartość blankietów podobną jak dowód radiofoniczny dla abonentów głośnikowych, uzupełnioną dodatkowymi blankietami, zawiadamiającymi o zmianie miejsca zamieszkania.

Elektronowa regulacja zegarków

Regulacja zegarków w końcowej fazie produkcji lub po reperacji wymaga dużo czasu. Jeśli niedokładność chodu ma być rzędu kilku a najwyżej kilkunastu sekund na dobę, poszczególne nastawienie „włosa" może się odbywać nie częściej niż właśnie raz na dobę. Dokładniejsze badania np. zachowania się zegarka ze zmianą jego położenia, ze zmianą temperatury lub w zależności od stopnia naciągu sprężyny — wymagają bardzo długich okresów czasu i wiele cierpliwości.

W dzisiejszych warunkach, przy masowej produkcji zegarków, metoda taka jest oczywiście przestarzała i musiała ustąpić miejsca nowej, opartej na współpracy zespołu lamp elektronowych. Porównuje się mianowicie częstotliwość wahadełka z częstotliwością wzorcową, znacznie zresztą wyższą.

Zegarek poddawany próbie przykłada się do mikrofonu, który zbiera tykanie mechanizmu. Uzyskany sygnał, który składa się z mocno tłumionych drgań, wzmacnia się około 10000 razy, po czym impulsy przykłada się do siatki gazowanej lampy przekaźnikowej. W anodzie tej lampy pojawiają się tykania zegarka, których znormalizowana częstotliwość wynosi 4, 5 lub 6 tików na sekundę.

Częstotliwość, na której będzie się opierać nastawianie zegarków, czyli tzw. częstotliwość wzorcową, można uzyskać z dwu źródeł: albo z tykania dokładnego chronometru, albo też, z większą stabilnością i pewnością, z oscylatora kwarcowego. Drgania oscylatora kwarcowego można utrzymać bez większych obecnie trudności, w granicach błędu plus — minus jeden na milion. Błąd taki, jak łatwo obliczyć, odpowiada przyspieszeniu lub opóźnieniu jednej sekundy na dwanaście dni.

Częstotliwość drgań płytki kwarcowej jest stosunkowo wysoka i nie nadaje się do bezpośredniego porównania z częstotliwością 4 — 6 c/s. Stosujemy więc szereg stopni obniżania częstotliwości (p. Radio Nr 7/8 1948 r.), w których kolejne oscylatory są synchronizowane falą wzorcową o częstotliwości wyższej od ich drgań własnych, przy czym stosunek obniżania wynosi przeważnie 2, 3 rzadziej 5.

Częstotliwość wzorcowa kwarcu wynosi tutaj 72900 c/s. Przykłada się ją do oscylatora samowzbudnego o częstotliwości trzy razy niższej tj. 24300 c/s i utrzymuje się tę ostatnią z dokładnością kwarcu.

Ustabilizowaną w ten sposób częstotliwością 24300 c/s stabilizuje się z kolei oscylator 8100 c/s. I tak dalej 2700 — 900 — 300 i 60 c/s. Uzyskana ostatecznie dokładna fala 60 c/s jest przy tym wielokrotną każdej ze standartowych częstotliwości wahadełka 4, 5 lub 6 c/s.

Porównanie tykania zegarka i częstotliwości wzorcowej 60 c/s odbywa się wzrokowo na oscylografie katodowym. 60 c/s synchronizuje napięcie podstawy czasu, a tym samym poziome odchylenia plamki świetlnej. Wzmocnione i ukształtowane impulsy tykania pokazują się na ekranie w postaci linii pionowej. Przy tykaniu 5 razy na sekundę, jedna linia pionowa pojawia się na dwanaście odchyleń plamki. Jeśli przy tym zegarek chodzi idealnie, to linia pionowa pojawia się stale dokładnie w tym samym miejscu ekranu. Jeśli zaś zegarek spóźnia się lub spieszy, linia ta przesuwa się systematycznie w lewo lub w prawo.

Obliczymy teraz dla poznania wartości metody elektronowej ile czasu zabierze stwierdzenie chodu zegarka. Weźmy na przykład zegarek bardzo dobrze chodzący, którego błąd wynosi tylko 5 sekund na dobę. Ile czasu minie, aby wytworzyć widoczne odchylenie linii pionowej na ekranie oscylografu, a zwłaszcza przesunięcie na całą szerokość ekranu?

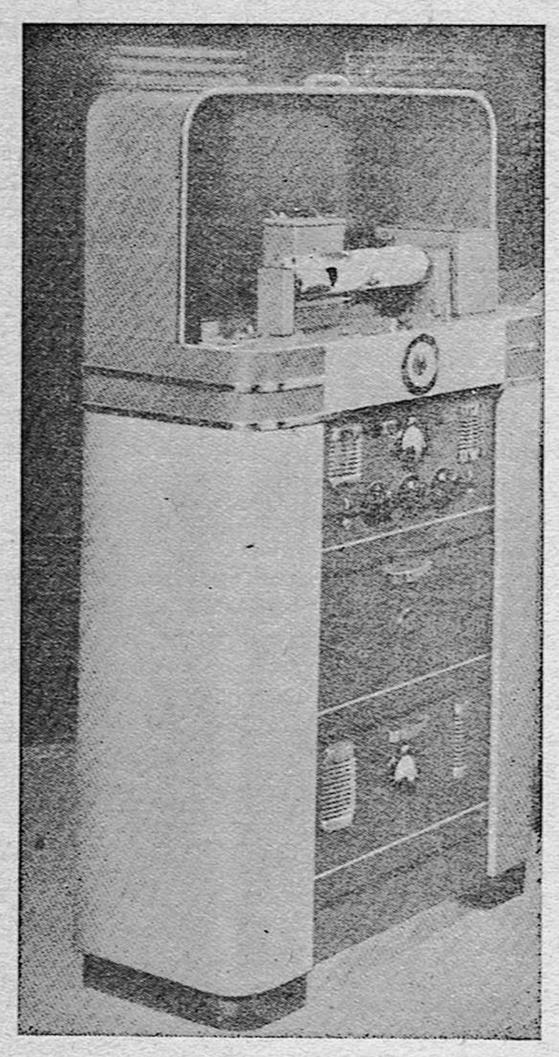
Doba ma 86400 sekund. Błąd zegarka wynosi więc 5 : 86400. Między dwoma tykaniami zegarka (nominalnie np. 5 razy na sekundę) plamka oscylografu przeleci długość swej podstawy czasu dokładnie 60 : 5 = 12 razy. Przesunięcie jednej kreski pionowej w stosunku do poprzedniej wyniesie więc $\frac{5}{86400} \cdot 12 = \frac{1}{1440}$ długości podstawy czasu. Przesunięcie takie następuje w ciągu jednego tyknięcia, czyli w $1/5$ sekundy. Przesunięcie kreski pionowej o całą szerokość ekranu nastąpi więc w

$$1440 \cdot \frac{1}{5} = 288 \text{ sekund} \cong 5 \text{ minut.}$$

Ponieważ jednak nie ma potrzeby czekania aż kreska przesunie się o całą szerokość obrazu, a wystarczy tylko jego część, więc stwierdzenie chodu zajmuje tylko pojedyncze minuty. Zawdzięcza się to temu, że częstotliwość wzorcowa jest 10 — 15 razy większa od częstotliwości tykania, skala więc jest tyleż razy rozciągnięta, zaś dokładność osiąga się dzięki wskaźnikowi wzrokowemu.

Najbardziej nawet skomplikowane próby, np. jak wpływa na chód zegarka temperatura, położenie lub stopień naciągu sprężyny, zajmują niewiele czasu. Nastawienie, w produkcji lub reperacji, zegarków, które wykazują przeważnie nie 5 a co najmniej 10, 15, a nawet 30 i więcej sekund różnicy na dobę jest kwestią minut. Równie łatwo i pewnie stwierdza się nieregularności chodu, co dotychczas sprawiało największe trudności.

Radiofotografia
(fascimile).



Aparat domowy do odbioru radiogazety

Radio przynosi do naszych domów słowo mówione i muzykę. Mimo wielkiego znaczenia radiofonii współczesnej, brak jej najwyraźniej ważnego ogniwa — obrazu. Oko nasze, a z nim zmysł wzroku są w obecnym stanie rzeczy rzeczywiście pokrzywdzone i muszą szukać zaspokojenia gdzie indziej (kino, teatr, prasa, książka).

Lukę tę ma, jak wiadomo, wypełnić telewizja. O telewizji rozwijającej się w szybkim tempie, mówi się obecnie i pisze bardzo wiele, dyskutując wszelkie jej aspekty: techniczny, programowy, ekonomiczny, itd. Mało jest wszakże wzmianek o jej starszej siostrzycy: radiofotografii, czyli przesyłaniu na odległość, drogą radiową (lub drutową) obrazów stałych, jak naprzykład stron dzienników, fotografii, dokumentów itp. Z tej techniki korzysta najwięcej prasa.

Do nadawania i odbioru obrazów służą specjalne aparaty, bardzo kosztowne i wymagające wyspecjalizowanej obsługi. Nie zajmowalibyśmy się więc szerzej tą gałęzią techniki, gdyby nie to, że zdołano uprościć konstrukcję i ułatwić obsługę aparatów do tego stopnia, że można było oddać je obecnie do rąk szerokiej publiczności.

Obecnie mamy trzy rodzaje przesyłania kopii na odległość. Pierwszy i najstarszy to dalekopis. Jest to urządzenie do pisania na maszynie na odległość: w jednym miejscu pisze się a w innym (lub wielu innych)) otrzymuje się odbitki. Przesyłamy tu więc znaki alfabetu oraz cyfry za pośrednictwem telegrafu.

Drugi rodzaj, to radiofotografia. Tak jak w dalekopisie poszczególne litery i cyfry, tak tu, w określonym porządku, przesyłamy poszczególne punkty obrazu, ciemniejsze lub jaśniejsze. Jeśli jasność tych punktów i położenie na arkuszu będą się zgadzać — otrzymamy w odbiorniku kopię zgodną z oryginałem, choć często mniej subtelną.

W telewizji, trzecim rodzaju, mamy właściwie to samo co w radiofotografii, tylko ilość obrazów na sekundę dla otrzymania wrażenia ruchu i życia, jest bardzo wielka. Obraz telewizyjny za to nie pozostawia po sobie, oczywiście, trwałego śladu, tak jak poprzednie systemy.

Podstawą radiofotografii jak i telewizji jest analiza obrazu na poszczególne punkty świetlne. Kiedy czytamy stronę książki, prowadzimy oko za każdym kolejnym wierszem od lewa do prawa, po czym szybko zawracamy do lewego marginesu, i tak wiersz za wierszem, aż do końca strony. Analiza obrazu dla przesyłania na odległość jest podobna, przy czym dla radiofotografii stronę analizuje się i przesyła w kilkanaście lub kilka minut. Telewizja wymaga oczywiście analizy błyskawicznej, przekazuje bowiem nie mniej niż 25 obrazów na sekundę.

Fototelegrafia nie jest wynalazkiem ostatniej doby: idea przesyłania obrazów na odległość jest niemal tak stara, jak zwykła telegrafia. Mianowicie w roku 1842 Aleksander Bain pierwszy zaproponował urządzenie do przesyłania obrazów z jednego miejsca na drugie za pomocą przewodów elektrycznych. Plan jego jest podstawą dzisiejszej fototelegrafii, która w swej zasadzie nie różni się od pierwowzoru Baina.

Idea Baina polegała na tym, że na stacji nadawczej i na stacji odbiorczej pracowały dwa precyzyjne wahadła synchroniczne. Nadawcze wahadło robiło kontakt z czcionkami zestawionej stronicy druku, wysyłając odpowiednie impulsy prądu do urządzenia odbiorczego. Waha-

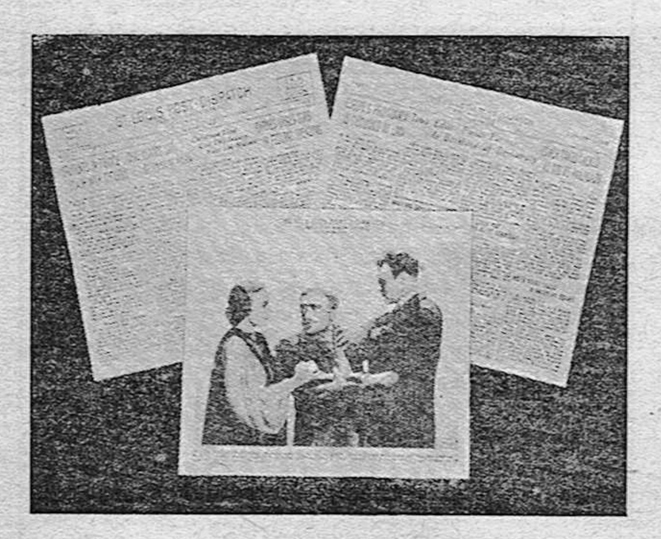
dło odbiorcze ślizgało się po papierze i odbarwiało go przez działanie elektrolityczne dając przybliżoną kopię oryginału. Oczywiście po każdym ruchu wahadła kaszta z czcionkami oraz papier przesuwały się o jednakowy odcinek naprzód.

Zasady więc analizy obrazu: linia po linii i punkt po punkcie oraz synchronizacja nadajnika z odbiornikiem co do miejsca i czasu oraz natężenia każdego poszczególnego punktu, były więc rzucone. Upłynęło jednak 80 lat, zanim projekt Baina doczekał się praktycznej realizacji, ponieważ w detalach natrafiono na nieprzezwyciężone przez długi czas trudności techniczne.

W systemach nowoczesnych nadawany obraz jest nawinięty na obracający się bęben. Analizator posuwa się równolegle do osi bębna, wyznaczając linie co mniej więcej 1/4 milimetra.

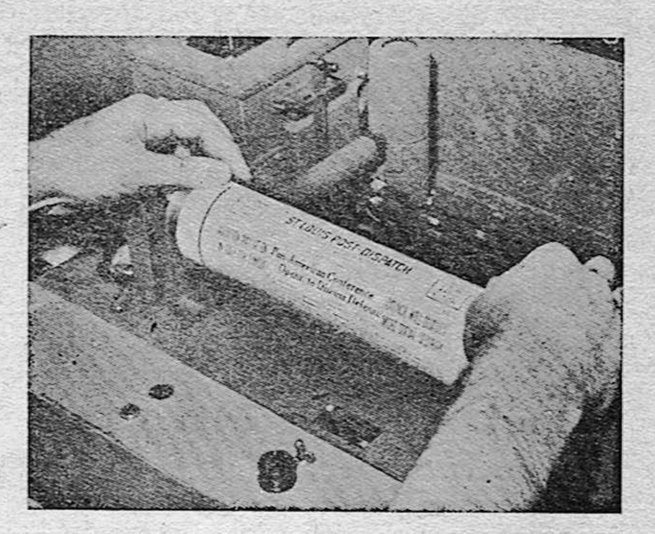
Otrzymywanie impulsów elektrycznych odbywało się początkowo przez kontakt. Obraz był naniesiony na papier za pomocą specjalnego atramentu przewodzącego. Po papierze jeździło ostrze, a w obwodzie otrzymywano prąd wahający się w takt gęstości obrazu. System ten był oczywiście prymitywny i wielce niedogodny. Nie umiano sobie zwłaszcza poradzić z nierównościami atramentu i papieru, co dawało fałszywe znaki i zniekształcało obraz.

Wraz z rozwojem komórek światłoczułych oraz wzmacniaczy lampowych skrystalizował się system, którego zasadę widzimy na rys. 1. Ostro skupiony strumień światła pada na bęben z obrazem. Odbite światło działa na fotokomórkę, a prądy w niej wzbudzone przedstawiają zaciemnienie obrazu w danym punkcie. Prądy te są oczywiście bardzo słabe i dopiero po należytym wzmocnieniu za pomocą wielolampowych wzmacniaczy, otrzymujemy napięcia zdolne wymodulować nadajnik radiofotograficzny.



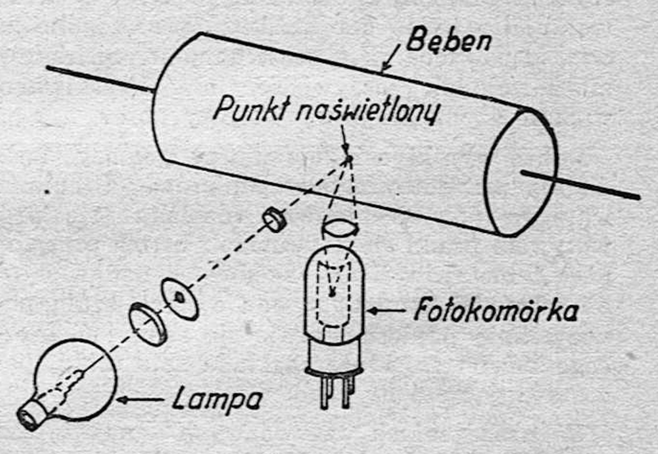
Dziennik radiowy

Obraz odbierany będzie się zgadzał z oryginałem tylko pod warunkiem zachowania doskonałego synchronizmu obrotów wałków oraz



Otrzymywanie odbitki dziennika radiowego

analizatorów nadawczych i odbiorczych. Obecnie w użyciu są trzy systemy synchronizacji. Pierwszy z nich korzysta ze specjalnych im-

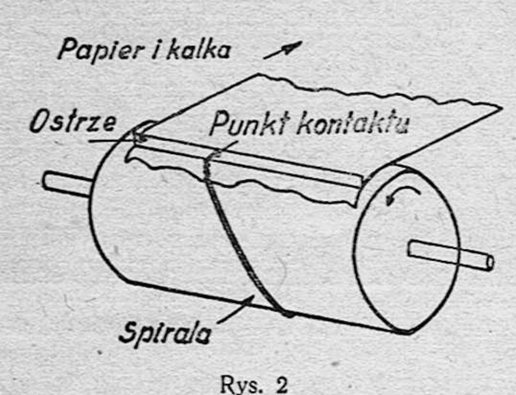


Rys. 1
Nadawanie obrazu

pulsów synchronizacyjnych, które korygują ruch na początku każdej linii oraz szybkość. Inny system uruchamia motorek synchroniczny odbiornika za pomocą dodatkowo przesyłanej częstotliwości wzorcowej.

Najprostszy jest oczywiście system, gdzie specjalne środki synchronizacyjne są zbędne. Ponieważ obecnie wielkie elektrownie, połączone ze sobą na wielkich obszarach, utrzymują bardzo dokładnie częstotliwość swego prądu zmiennego 50-okresowego, stosuje się w nadajnikach i odbiornikach motorki synchroniczne na prąd sieci, bez specjalnych dodatkowych zabiegów synchronizujących.

Przejdziemy teraz do sprawy przenoszenia na papier otrzymywanych impulsów elektrycznych. Z początku stosowano pisanie atramentem: prowadnica trzymała coś w rodzaju wiecznego pióra, które, w takt sygnałów robiło punkty na papierze. Niestety, własności atramentu nie są odpowiednie do naszego celu — obraz wychodził zalany, nieczysty, szybkość była niedostateczna. Inny system stosował natryskiwanie atramentu w postaci pary, przy



Rys. 2
Odtwarzanie obrazu

czym mechanizm kierował na papier tyle atramentu, ile było dla każdego poszczególnego punktu potrzeba. Większość pary atramentowej marnowała się oczywiście, ale uzyskiwano większe szybkości pracy i lepszy obraz.

Dobre wyniki osiągnięto przy pomocy specjalnie przygotowanych papierów. Uczulona warstwa powierzchniowa rozkłada się pod wpływem prądu elektrycznego z ostrza prowadnicy i zostawia ślady zgodne z nadawanym obrazem. W innym systemie na czułą powierzchnię papieru kieruje się strumień gorącego powietrza, które rozkłada sole niklu, pozostawiając czarny osad.

W urządzeniach „zawodowych" największą rolę odgrywa produkcja fotograficzna na papierach światłoczułych. Daje ona największą szybkość nadawania i odbioru, uzyskane obrazy są czyste i subtelne, można też robić na miejscu wiele kopii. Posiada ona oczywiście swoje wady — zmusza do pracy w ciemni oraz do wywoływania i suszenia odbitek; wreszcie podczas naświetlania nie sposób zdać sobie sprawę czy transmisja i odbiór idą dobrze, czy obraz nie ma defektów. Widzi się to dopiero po zakończeniu transmisji i zrobieniu niezbędnych zabiegów fotograficznych. Dla kontroli obsługi stosuje się ubocznie jeden z systemów o efekcie natychmiastowym.

W ostatnim wreszcie systemie stosuje się przebitkę z kalki maszynowej na rolkę zwykłego papieru. Oba arkusze przechodzą pomiędzy ruchomym ostrym przyciskiem (Rys. 2) a nałożoną na bęben ostrą spiralą. Przycisk drga w takt nadsyłanych prądów i dociska papier wraz z kalką do obracającej się spirali odtwarzając punkty i linie. Papier, kalka i bęben poruszają się w zgodnym kierunku synchronicznie z nadawaniem.

Metoda papier — kalka jest bardzo prosta, daje dobrą kopię natychmiast widoczną, z którą jednak trzeba się obchodzić delikatnie, aby nie rozmazać świeżego śladu kalki. Wadą jej jest to, że ślad kalki tylko w nieznacznej mierze daje się cieniować, wreszcie szybkość odtwarzania choć dostateczna, nie jest wielka.

Radiofotografia dojrzała technicznie wcześniej od telewizji. Koszty jej zainstalowania były stosunkowo niewysokie, ponieważ wykorzystywano wolny od normalnej pracy czas radiostacji w nocy, lub też nadawano podczas audycji jednak na częstotliwościach poddźwiękowych (poniżej 20 c/s) lub ponaddźwiękowych (powyżej 20000 c/s). Również nie miała ona kłopotu z materiałem, ponieważ była właściwie tylko zwykłym dziennikarstwem. Mimo to nie przyjęła się, nie chwyciła szerokiej publiczności, podczas gdy obecnie telewizja rozwija się żywiołowo. Jednak zastosowanie radiofotografii do celów przesyłania obrazów i dokumentów dla zainteresowanych instytucji, agencji prasowych itp. nie zmniejszyło się, wręcz przeciwnie nowe zastosowania pozwalają wróżyć jej duży rozwój.

Naprawa i strojenie odbiorników (IV)

Ustalenie defektu i poszukiwanie jego przyczyn

Odbiornik radiowy ma do wykonania pewne ustalone zadania. Zadaniami tymi są przede wszystkim: wierne, czyste i głośne odtwarzanie audycji, dalej — odbiór wielu stacji, bliskich i dalekich, a więc dobra czułość, wreszcie — oddzielanie poszczególnych stacji od siebie czyli selektywność. Poza tym nie powinno być żadnych zaburzeń własnych, a więc trzasków, szmerów, szumów, gwizdów, za wyjątkiem tych, które pochodzą z zewnątrz i dostają się za pośrednictwem anteny. Poza tym odbiornik powinien przeciwdziałać zanikom odbioru w dużym zakresie. Wymagania te należy oczywiście dostosować do rodzaju rozpatrywanego aparatu. Od dużego i kosztownego odbiornika wielolampowego i wieloobwodowego wymaga się naturalnie znacznie więcej niż od małej jednoobwodówki. To co jest defektem w normalnej superheterodynie, np. kiepska selektywność lub silne zaniki na falach krótkich, jest zupełnie normalne w jednoobwodówce. Jakość odbioru, brzmienie głośnika jest inne w drogim, nowoczesnym aparacie, a inne w starym „Volksempfängerze" z głośnikiem magnetycznym. Dobry fachowiec, otrzaskany z wielu dziesiątkami odbiorników, automatycznie nastawia swe krytyczne ucho i oko w proporcji do wymagań, jakie można badanemu egzemplarzowi postawić. Ta „zdolność rozróżniania" jest niezmiernie cennym darem a nabywa się jej z wiekiem, pracą i doświadczeniem.

Dobre odtwarzanie

Określiliśmy na wstępie, że pierwszą cechą odbiornika powinno być: wierne, czyste i głośne odtwarzanie audycji. Są to, jak widzimy, właściwości, które trudno zmierzyć przyrządami pomiarowymi, takimi przynajmniej jakie stoją do dyspozycji serwisowca, a które wymieniliśmy w Cz. I. Do takich pomiarów należałoby mieć całe laboratorium i dużo czasu do dyspozycji, a nawet wtedy określenie jakości odtwarzania nie obyłoby się bez czułego i krytycznego ucha. Nie ma bowiem instrumentów pomiarowych, które potrafiłyby odróżnić charakter brzmienia jednego głośnika od drugiego. Jednym słowem, do oceny całego tego pierwszego zadania mamy do dyspozycji tylko nasz zmysł słuchu i nasze doświadczenie. W razie wątpliwości czy jakość, wierność lub głośność odtwarzania są na poziomie właściwym sprawdzanemu aparatowi, musimy przeprowadzić próby czy nie da się tych cech, lub choćby jednej z nich, poprawić stojącymi do naszej dyspozycji środkami. Przytoczę kilka przykładów: do gniazdek głośnika dodatkowego włączamy nasz głośnik wzorcowy i porównujemy oba głośniki. Jeśli głośnik własny odbiornika wykazuje wyraźne mankamenty, będziemy oczywiście w nim właśnie szukać winy za niedostateczną jakość. Jest to, godna częstego stosowania metoda porównawcza. Jeśli głośnik okaże się przy tych badaniach bez zarzutu, to powinniśmy spróbować wymiany lampy głośnikowej. Porównawcze badanie w tym wypadku będzie dość poważnie utrudnione przez to, że zgaszenie aparatu (koniecznie), wyjęcie jednej lampy, włożenie drugiej, ponowne zapalenie, odczekanie aż się ona nagrzeje — wszystko to trwa co najmniej minutę, a przez ten czas ucho zdąży nieco zapomnieć poprzedniego brzmienia, zwłaszcza jeśli nasłuch jest robiony na audycji, która zmienia się z chwili na chwilę. Oczywiście, jednak grubsze defekty — jeśli winą ich jest lampa — wyjdą na jaw w ten sposób najłatwiej i najpewniej. Przy zmianach lampy pożądane jest, a nawet konieczne, aby każdorazowo mierzyć prąd anodowy. Dobrze jest załączyć miliamperomierzem w znany sposób na zaciski pierwotnego uzwojenia transformatora głośnikowego — z zachowaniem niezbędnych środków ostrożności. W pierwszej chwili wystarczy zresztą często pomiar napięcia na katodzie lampy głośnikowej.

Jeśli z kolei lampa głośnikowa okaże się w porządku, sprobujemy wymiany lampy poprzedzającej — z tym samym porządkiem rzeczy. I tak dalej do początku układu. Oczywiście, że taka próba musi być przeprowadzona z bardzo dużym krytycyzmem, tam tylko gdzie wydaje się potrzebna i celowa, wszelkie mechaniczne powtarzanie i szablony są tu nie na miejscu.

Dla ustalenia miejsca powstawania zniekształceń czy też braku dostatecznej siły i wogóle różnych defektów wskazane jest robić użytek z metody rozdzielania poszczególnych członów odbiornika. Układ daje nam w tym celu dwie dogodne możliwości: pierwszą z nich jest łatwość oddzielenia części niskiej częstotliwości przez przyłożenie sygnału (tonu ciągłego jednej lub różnych częstotliwości z generatora m. cz. lub muzyki z adaptera) do gniazdek adaptera. W ten sposób nie otwierając skrzynki , możemy z łatwością ustalić czystość odtwarzania, jakość i brzmienie głośnika oraz siłę głosu, ponieważ nadawane płyty są nam znane i wielokrotnie nasłuchiwane. Drugim miejscem załączenia sygnału jest oczywiście gniazdko anteny. W ten sposób rozdzielamy układ odbiornika na dwie części oddzielnie sprawdzane, a ponieważ każda z nich obejmuje najczęściej po dwie lampy wraz z ich elementami — ustalenie punktu powsta-

wania zniekształceń lub tp. jest znacznie ułatwione. Dodamy jeszcze, że zniekształcenia powstają przeważnie w części małej częstotliwości — po detektorze.

Ważnym momentem w tych i zresztą innych badaniach, jest ustalenie faktu istnienia defektu. Jest to rzecz prosta i oczywista, gdy np. aparat nie działa wcale lub zdecydowanie słabo, trudniej się wypowiedzieć w wypadkach wątpliwych. Z chwilą jednak stwierdzenia istnienia defektu oraz jego rodzaju należy się zastanowić skąd może on pochodzić i co może być jego przyczyną. Ta zdolność wyciągania wniosków z objawów choroby, poparta rozpatrzeniem schematu oraz dokładnym obejrzeniem podejrzanych miejsc, wreszcie pomiarami omomierzem i woltomierzem lub amperomierzem jest najczęściej decydującym i przełomowym momentem między ustaleniem istnienia defektu a jego usunięciem. Jest to zlokalizowanie i odnalezienie uszkodzenia. W tych badaniach pomagamy sobie jeszcze oprócz przyrządów pomiarowych częściami wymiennymi, którymi są przeważnie kondensatory i opory wartości cyfrowej, napięcia, izolacji, watażu takich lub lepszych niż w aparacie. Oczywiście, że części których używamy do prób muszą być pewne i wypróbowane. Z tej strony nie powinny już nas czekać niemiłe niespodzianki, prowadzące do błędów oraz marnotrawienia czasu.

Przy stosowaniu części zastępczych trzeba sobie zdawać jasno sprawę jak należy je aplikować. Jeśli podejrzany jest np. opór upływowy siatki, to nie można go podłączać za pomocą długich przewodów zakończonych klipsami, bo jak to doskonale wiemy, powstaną silne buczenia a nawet sprzężenia i gwizdy, które pokryją często te objawy, jakie chcemy usunąć. Ponieważ wlutowywanie próbnych części, często potrzebne tylko na chwilę dla przekonania się o ich, powiedzmy, nieskuteczności, jest na ogół usprawiedliwione tylko w specjalnych wypadkach, trzeba więc uciekać się do różnych „sposobów". Np. opór upływowy siatki możemy przyłączyć jedną stroną przewodem z klipsami do masy i uchwyciwszy za ten biegun palcami lub pincetą, dotknąć drugim jego krótkim przewodem do siatki. Zastąpienie oporu np. ekranu pentody można zrobić za pomocą przewodów z klipsami ponieważ tam nie wchodzi w rachubę czuły punkt lecz przeciwnie oba miejsca dołączenia, a więc ogólny plus oraz sam ekran, są blokowane dużymi kondensatorami do masy. Za to wysuwa się tu na plan pierwszy sprawa izolacji i bezpieczeństwa, bezpieczeństwa dla aparatu i jego części składowych oraz, przede wszystkim, dla obsługującego*).

Przy lutowaniu części wymiennych należy pamiętać o tym, aby wtyczka sieciowa była wyjęta z kontaktu, jak również wtyczka uziemienia. Przyznaję zresztą, że czasem, zwłaszcza jeśli trzeba zrobić szereg operacji kolejnych a więc wylutowanie (jednym lub dwoma biegunami) jakiejś części, wlutowanie części zastępczej, doraźne wypróbowanie aparatu, powrót do stanu poprzedniego, dalej to samo z następnym elementem — wtedy ustawiczne wyjmowanie i wkładanie wtyczek może być uciążliwe — ale jednak niezbędne. Należy więc sprawdzić przede wszystkim czy uziemienie jest potrzebne do tych prób, a jeśli nie — nie stosować go wtedy wcale. Zaś wyjmowanie i wkładanie wtyczki sieciowej wtedy tylko jest męczące, gdy kontakt jest daleko lub w mało dostępnym miejscu. Jeśli kontakty sieciowe są wmontowane do stołu warsztatowego, operowanie wtyczką nie sprawia najmniejszych trudności. Nie potrzebuję chyba dodawać, że największa musi być ostrożność przy pracy z aparatami uniwersalnymi, gdyż

---

*) Ku uwadze i przestrodze młodych radiotechników podam następujący wypadek własny autora: odbiornik na prąd zmienny f-my Elektrit stał na stole wyjęty ze skrzynki. Wtyczka sieciowa była w kontakcie stołu warsztatowego, ale aparat był zgaszony wyłącznikiem. Antena i uziemienie były włożone do gniazdek. Z lewej strony chassis znajdował się transformator sieciowy, którego odczepy rozmaitych napięć sieciowych znajdowały się odkryte, nad brzegiem chassis. W pewnej chwili objąłem aparat rękami, aby go przestawić na brzeg stołu, celem zrobienia miejsca chwilowo dla innego odbiornika. W tej chwili straciłem przytomność na pewien czas, nieznany mi oczywiście (w pokoju byłem sam), prawdopodobnie na kilkanaście sekund. Potem z oczu zaczęło mi schodzić coś w rodzaju mgły czy przesłony i dojrzałem, że stoję przy stole i trzęsę silnymi i kurczowymi ruchami aparat nad stołem. Po kilkunastu takich ruchach trzęsących, wobec których byłem zupełnie bezradny, nie mogłem bowiem oderwać ani jednej ręki od chassis, aparat wypadł mi z rąk i upadł na stół z wysokości około 20 — 30 cm, zaś ja sam upadłem silnie w tył na podłogę, przewracając po drodze krzesło.
Kiedy po dłuższej chwili zdołałem się podnieść, przekonałem się że kciuk mojej lewej ręki, na spodzie, od prawie czubka aż prawie do końca dłoni jest mocno poparzony i spalony w szeregu miejsc, które, jak się okazało, ściśle pasowały do odczepów transformatora sieciowego. Druga rzecz jaką stwierdziłem, był brak wtyczki uziemienia w gniazdku aparatu. Wtyczka ta, jak się okazało, siedziała bardzo luźno.

Przyczyna i przebieg całego wypadku stały się teraz jasne: lewa ręka dotknęła do miejsc pod napięciem sieci (jednobiegunowo, drugi biegun przerwany przez wyłącznik sieciowy) zaś prawa ręka do uziemionego chassis. Napięcie pomiędzy tym dotkniętym biegunem sieci a uziemieniem wynosiło, jak zmierzyłem, 185 wolt. Na szczęście wtyczka uziemienia była luźna i wypadła po kilku czy kilkunastu wstrząsach. Kto wie czy pisałbym te linie, gdyby nie ten szczęśliwy zbieg okoliczności.

Aby od czasu do czasu prąd nie „złapał", ostrożność i rozwaga muszą być w naszej pracy na pierwszym planie. Na szczęście, moc prostownika napięcia anodowego jest na ogół niewystarczająca dla spowodowania poważniejszego wypadku. Przestrzegamy jednak przed lekceważeniem napięcia 400 wolt prądu stałego przy zdolności oddania około 100 mA. Przy konieczności dotykania plusa więc druga ręka w kieszeni!

tam nawet masa chassis jest pod napięciem, o ile oczywiście nie posłuchamy się dobrej rady (cz. I) i nie zastosujemy transformatora sieciowego oddzielającego.

Czułość i selektywność

Drugą zasadniczą własnością odbiornika jest jego czułość. Właściwość tę możemy określić i to zupełnie ściśle, liczbowo. Czułością mianowicie odbiornika nazywamy ilość mikrowoltów napięcia wielkiej częstotliwości, zmodulowanej w 30% tonem czystym 400, 800 lub 1000 c/s, potrzebnych, aby w głośniku aparatu wydzielić moc 50 miliwatów. Jest więc to cecha aparatu, którą możemy łatwo sprawdzić przy pomocy normalnego wyposażenia warsztatu, a więc signal-generatora z kalibrowanym wyjściem oraz output-metra, który zresztą możemy zastąpić zwykłym woltomierzem na prąd zmienny z kondensatorem rzędu 0,1 μF w szereg.

Czułość najczęściej spotykanych odbiorników wynosi: Superheterodyna ze strojeniem wstępnym wielkiej częstotliwości od 10 do 30 μV.

Superheterodyna normalna 30 — 100 μV. Dwuobwodówka 100 — 300 μV i jednoobwodówka 300 — 600 μV, zależnie od stopnia nastawienia reakcji.

Są to oczywiście cyfry orientacyjne, potrzebne jednak o tyle, że producenci odbiorników europejskich nie mają zwyczaju podawania tych cyfr dla poszczególnych modeli. Natomiast odbiorniki radzieckie i amerykańskie mają najczęściej podawane te niezbędne dla serwisu dane, a nawet wartości pośrednie dla poszczególnych stopni, o czym będzie jeszcze mowa niżej.

W praktyce jednak bardzo często określamy czułość odbiornika na słuch, przy odbiorze stacji radiofonicznych. Przy takich badaniach musimy uwzględnić rodzaj badanego aparatu, jego czułość jeśli jest w porządku pod tym względem, porę roku i dnia oraz użytą antenę. Nie jest to oczywiście tak dokładna i niewątpliwa metoda jak poprzednia — ale bardzo często stosowana. Mało tego — powiem nawet, że przesłuchanie i skrytykowanie aparatu pod względem czułości tzn. liczby odbieranych radiostacji na wszystkich zakresach powinno i musi stanowić program obsługi odbiornika. Jest on bowiem przeznaczony do odbioru radiostacji i praktyczne przesłuchanie go, nawet jeśli signal-generator wykazuje wszystko w porządku — jest niezbędne.

Równocześnie ze zbadaniem odbiornika na czułość, a więc ilość odbieranych stacji i jakość odbioru pod względem siły, można zdać sobie sprawę z jego selektywności. Selektywnością nazywamy zdolność układu do rozdzielania sygnałów pracujących na sąsiednich kanałach częstotliwości, przy czym wiemy, że sąsiednie stacje radiofoniczne dzieli odstęp 9 kilocykli. Cyfrowo nazywamy selektywnością ilość mikrowoltów jaką należy przyłożyć do wejścia odbiornika przy rozstrojeniu o $\pm$ 10 kc/s od rezonansu, podzieloną przez ilość mikrowoltów przy rezonansie — w obu wypadkach jednak output-meter musi wykazywać 50 miliwatów. Praktycznie pomiar selektywności przeprowadzamy jak następuje: dostrajamy odbiornik i generator wzajemnie do siebie i nastawiamy mikrowolty wejściowe tak, aby outputmeter wskazywał jakąś cyfrę, najlepiej zbliżoną do takiego woltażu jaki daje w głośniku 50 mW, a więc rzędu 10 — 20 wolt. Po tem rozstrajamy generator o 10 kc, raz w górę, raz w dół, i dodajemy mikrowoltów aż znowu outputmeter wykaże ten sam odczyt co poprzednio. Ile razy musimy zwiększyć mikrowolty przy rozstrojeniu — taka jest cyfra selektywności. Im jest ona większa, tym zasadniczo lepiej, lecz powinno być chociaż z $\pm$ 5 kilocykli przebiegu płaskiego wokół rezonansu, aby modulacja była nie zniekształcona. Przebieg taki dają sprzężone silnie filtry wstęgowe, odpowiednie prawidłowe ich nastrojenie ma więc kapitalne znaczenie zarówno dla czułości, selektywności jak i jakości odbioru.

Do stwierdzenia czułości i pomiaru selektywności potrzebny jest dobry signal-generator, o dokładnym skalowaniu w kilo i megacyklach oraz o rzetelnie kalibrowanym napięciu wyjściowym. Kalibrowane wyjście na wszystkich falach, to kardynalny warunek badania odbiorników i doprowadzania ich do normalnych warunków pracy, niestety, rzadko kiedy naprawdę spełniony. Stosowanie zwykłego potencjomierza na wyjściu signal-generatora nie daje żadnych rezultatów i wierzyć napisanym cyferkom nie należy. Często wskaźnik stoi już na zerze a odbiornik reaguje w najlepsze. Aby można było polegać na oznaczonych na generatorze mikro- czy miliwoltach, jego regulator wyjścia musi być najstaranniej opracowany. W dobrym wykonaniu jest to L-owy tłumnik, gdzie poszczególne elementy drabinki oporowej są starannie ekranowane w przedziałach z odlewu mosiężnego i to wraz z przełącznikiem. Nawet przy najstaranniejszym wykonaniu, zjawiska pojemnościowe, choć zredukowane przez niską oporność właściwą tłumika (rzędu 50 — 10 omów), wpływają ujemnie na dokładność wskazań, zwłaszcza na zakresach krótkofalowych. Nam jednak nie chodzi tyle o dokładną liczbę mikrowoltów czułości odbiornika, ile o powtarzalność pomiarów, tak aby pewne uzyskane liczby dla dobrych, wzorcowych odbiorników mogły być celem, do jakiego dążyć będziemy przy naprawie innych, podobnych.

Dobry signal-generator daje nam w rękę najwłaściwszy sposób badania odbiorników przy serwisie, najszybszy, najpewniejszy, nie-

zawodny. Jest to metoda zwana „dynamiczną“ gdyż pokazuje nam odbiornik w pracy, w czasie wykonywania swych funkcji, przy czym wiadomości uzyskiwane są od razu w liczbach.

Jeśli więc stwierdzimy, że odbiornik wykazuje czułość poniżej danych fabrycznych lub, w razie ich braku, w stosunku do odbiorników podobnych, poprzednio mierzonych, przystępujemy do jego szczegółowego badania za pomocą outputmetra i generatora. Przede wszystkim ustalamy jakiemu napięciu odpowiada poziom 50 mW w głośniku, posługując się znanym wzorem:

$$V = \sqrt{0{,}050 \cdot R_{gł.}}$$

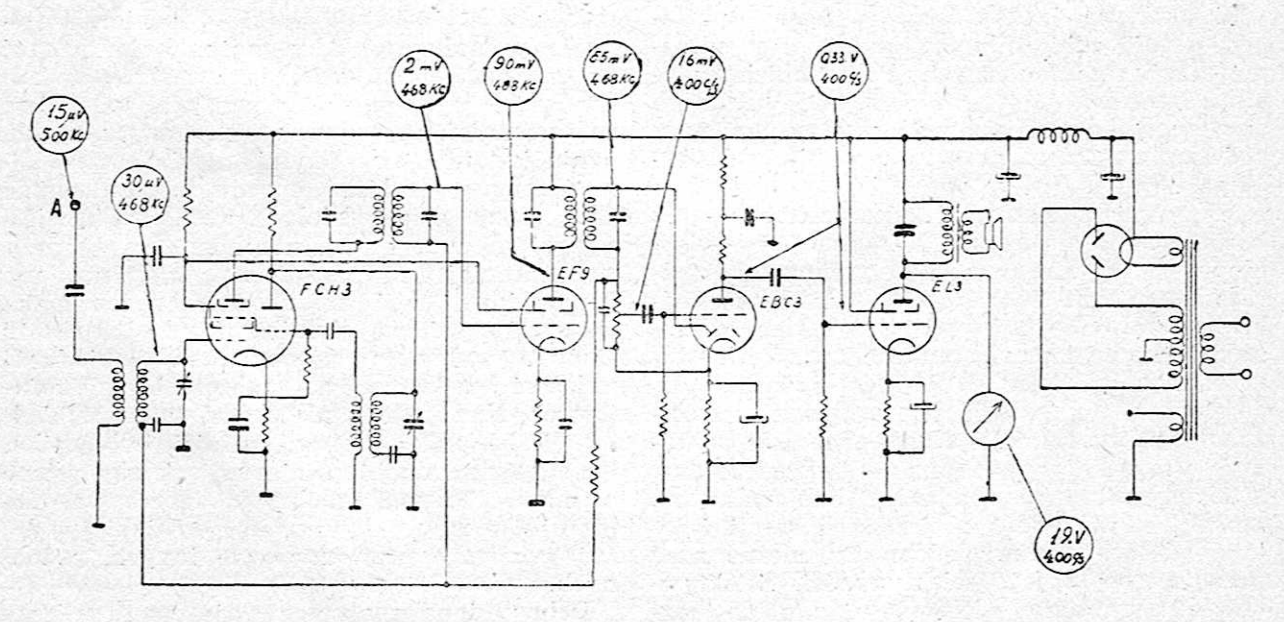
$R_{gł}$ jest to oporność na jaką pracuje lampa głośnikowa, przy czym wystarczą nam w tym wypadku dane katalogowe.

Lampa	Oporność pracy Ω	Normalne napięcie wyjściowe V	Napięcie zm na siatce V
AD1	2300	10,7	3.3
AL1, AL4, EL3. EL11. ECL11	7000	18.8	0,33
AL5, EL5.EL6. EL12, UBL21	3500	13,2	0.3
CL4, CBL1, UCL11	4500	15 0	0.65
CL6, CBL6, 25L6	2000	10.0	0,85—0.65
VCL11	17000	29.2	0.75
6L6	2500	11,2	0 67
6V6	5000	15 9	0,8
6F6	7000	18,8	1,2

Powyższa tabela podaje oporności obciążenia najczęściej spotykanych lamp głośnikowych oraz jakiego potrzeba napięcia zmiennego częstotliwości akustycznej na anodzie aby otrzymać moc 50 mW w głośniku.

Output-meter załączamy pomiędzy anodę lampy głośnikowej a masę, lub lepiej na końcówki transformatora głośnikowego i przystępujemy do badania. Między siatkę lampy głośnikowej EL3 a masę (patrz rys. 1)) przykładamy napięcie zmienne 400 c/s 0,33 wolta — jeśli ta część odbiornika będzie w porządku, to output-meter wykaże przepisowe 19 wolt. Oczywiście mogą zachodzić dość spore różnice, rzędu 20 a nawet 30%, a mimo to nie będzie uszkodzenia, ale znaczniejsze odchylenia muszą wzbudzić podejrzenie, że tu tkwi jakiś defekt. Nieocenioną przysługę przy badaniach oddają notatki zawierające wartości uzyskane uprzednio z podobnymi odbiornikami. Jeśli wszystko jest w porządku, przenosimy wtyczkę generatora (poprzez dobry kondensator 1000 — 10.000 pF) na anodę lampy EBC 3, wychylenie outputmetra nie powinno się zmienić, w przeciwnym wypadku podejrzewamy oczywiście kondensator sprzęgający. Następnie przenosimy się na siatkę lampy EBC 3, zmniejszając siłę generatora tyle razy, ile wynosi efektywne wzmocnienie lampy, a więc około 20-krotnie, aż do 16 miliwoltów. Napięcie outputmetra powinno znowu pozostać na poziomie normalnym 19 woltów.

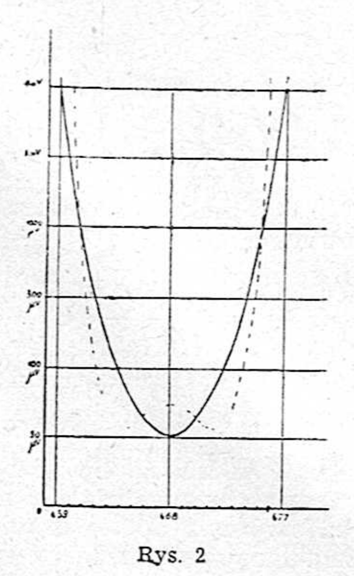
Teraz zmieniamy rodzaj przyłożonego napięcia, zamiast częstotliwości akustycznej 400 c/s. nastawiamy generator na częstotliwość pośrednią odbiornika, w podanym przykładzie 468kc/s. Przykładamy napięcie do diody, przy czym rząd jego wielkości wzrośnie do ok. 50 miliwoltów, ponieważ napięcie pośredniej częstotliwości z generatora jest modulowane tylko w 30%, a nie w 100%, poza tym liczymy się z pewnymi stratami przy detekcji. Potem przechodzimy na pierwotne uzwojenie filtra po-



Rys. 1
Schemat uproszczony typowego odbiornika

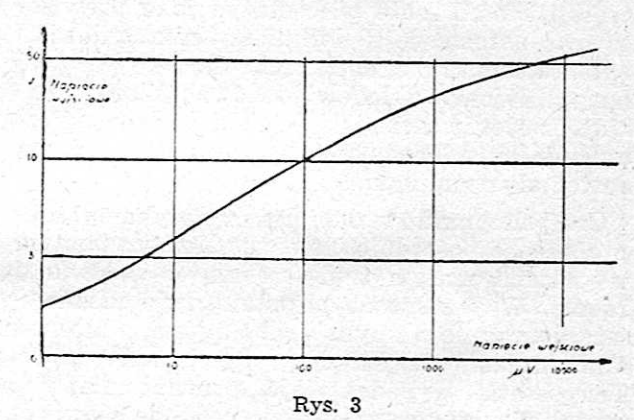
średniej częstotliwości, tj. na anodę lampy EF 9; tutaj czułość trochę (np. 0,6 razy) spadnie, trzeba przyłożyć 90 miliwoltów. I tak dalej stopniowo dążymy do wejścia odbiornika zmniejszając napięcie sterujące i zmieniając stosownie częstotliwość. Obliczając każdorazowo dla kontroli wzmocnienie każdego poszczególnego stopnia, orientujemy się w jego pracy i notujemy ten mteriał na przyszłość. Do siatki lampy przemiany częstotliwości ECH 3 przykładamy zarówno częstotliwość pośrednią 468 kc/s jak i po kilka fal każdego zakresu, aby wszechstronnie sprawdzić czułość i ewentualnie podciągnąć ją gdzie należy. Ostatnim wreszcie i decydującym o czułości odbiornika punktem jest oczywiście gniazdko antenowe, gdzie również należy sprawdzić czułość na kilku falach każdego zakresu. Liczba tych badanych punktów zależy od aparatu; jeśli działa on np. dobrze na falach długich i średnich, słabo zaś na krótkich, to oczywiście na tym ostatnim zakresie skupimy naszą uwagę i z konieczności wykonamy najwięcej pomiarów, zarówno przed przystąpieniem do odnalezienia i usunięcia defektu, podczas pracy (np. w czasie dostrajania), jak i po jej zakończeniu. Pomiar wykazujący poprawioną, dostateczną czułość jest zresztą dopiero momentem zakończenia pracy.

Podany wyżej sposób badania odbiorników, zwany analizą „dynamiczną" (w ruchu, w pracy), w przeciwieństwie do analizy „statycznej" (w spoczynku) dokonywanej za pomocą omomierza, woltomierza i amperomierza i którą należy przeprowadzić, jak wiemy, na samym początku badania odbiornika — daje bardzo pewny a przede wszystkim ilościowy sposób zorientowania się w błędach i brakach odbiornika. Jest ona bardzo szybka w zastosowaniu, chroni od błądzenia oraz niepewności i wskazuje dokładnie wszystkie słabe miejsca układu. Wyniki uzyskane są ściśle cyfrowe, w czasie zaś pracy ukazuje jasno uzyskiwany postęp, jak i osiągnięty rezultat i to zarówno co do poszczególnych członów, jak i całego odbiornika. Potrzeba zaś do niej właściwie tylko jednego: dokładnego i rzetelnego signal — generatora.



Rys. 2

Signal - generator o dobrej regulacji będzie z pewnością równie dobrze wyskalowany i nastawialny w częstotliwościach; skorzystamy z tego, aby zdjąć charakterystykę selektywności zarówno poszczególnych obwodów, jak i całego wzmacniacza pośredniej częstotliwości, wreszcie całego odbiornika. W tym celu załączamy generator np. na przedostatni obwód pośredniej częstotliwości i dostrajamy generator do rezonansu. Zmieniamy następnie częstotliwość nastrojenia generatora co np. 1 kc w jedną, a potem w drugą stronę i podwyższamy napięcie generatora tak, aby outputmeter stale wykazywał to samo normalne napięcie. Przykład uzyskanej w ten sposób krzywej mamy na rys. 2 dla pojedyńczego obwodu oraz dla — filtra pośredniej częstotliwości (dla tego celu cofamy generator na przednią siatkę). Wszelkie ewentualne nieregularności krzywych należy usunąć przez dokładne dostrojenie.



Rys. 3

Dalszą próbą może być zbadanie działania urządzenia przeciwzanikowego (automatyka). W tym celu dajemy na wejście odbiornika coraz to większe napięcie np. 10 — 100 — 1000 — 10000 mikrowoltów i obserwujemy outputmeter: im mniej jego odczyt wzrośnie, tym lepiej działa automatyka. Przykład typowej krzywej podaje rys. 3.

Podane wyżej metody pozwolą więc na najważniejszą, z początku przynajmniej, rzecz a mianowicie ustalenie faktu istnienia rzeczywistego, a nie wyimaginowanego defektu, punktu jego powstawania oraz przyczyny. Jeśli chodzi o wypadki, gdzie przyczyną defektu jest jakiś element składowy aparatu, np. opór czy kondensator, to sposoby badania i ustalenia zostały już podane wyżej, a także sprawa usunięcia mankamentu, a więc oczywiście przeważnie przez wymianę uszkodzonej części. Sprawie natomiast dostrajania odbior-

ników, która w odniesieniu do jego czułości i selektywności, a często nawet i jakości odtwarzania odgrywa podstawową rolę, poświęcimy osobny rozdział.

Jeśli opisana powyżej analiza wymaga precyzyjnych narzędzi pracy, przy wszystkich swoich zaletach i dokładnych rezultatach, to radiotechnicy w pracy swojej stosują bardzo często, jeśli nie ciągle, tzw. próbę palca. Ponieważ chcemy naszym Czytelnikom podać wiadomości ściśle praktyczne, przypomnimy więc tę metodę i uzasadnimy ją. Otóż żyjemy, bez zdawania sobie sprawy, w silnym polu rozmaitych częstotliwości. Przede wszystkim zbieramy na sobie pole prądu sieciowego, a przede wszystkim jego wyższych harmonicznych. Jeśli więc dotkniemy palcem czułego na te częstotliwości punktu odbiornika np. gniazdka adaptera gramofonowego, a jeszcze lepiej siatki lampy wstępnej małej częstotliwości, powstanie w głośniku buczenie, harczenie trudne do wyrażenia słowami, ale znane doskonale każdemu serwisowcowi. Zjawisko to występuje silniej, jeśli układ jest nie uziemniony.

Nasz palec zbiera również i pole wielkiej częstotliwości, może więc służyć jako prowizoryczna antena, jeśli dotkniemy nim gniazdka antenowego. Przy dotknięciu siatki pierwszej lampy dajemy układowi zarówno nieco wielkiej częstotliwości, jak i niskich harmonicznych sieci, które poprzez automatykę mogą dostać się do układu.

Czułych punktów odbiornika dotykamy często nie bezpośrednio palcem, lecz trzymanym w palcach małym śrubokrętem o izolowanej rączce. W ten sposób powstają dwie możliwości: dotykanie samym śrubokrętem, lub też śrubokrętem, do którego przyciskamy palec. Ten ostatni wypadek daje, przynajmniej dla części niskiej częstotliwości, podobne zjawiska jak dotknięcie samym palcem, z tym że w pierwszym momencie dotknięcia następuje charakterystyczny stuk. Stuknięcie to, szczególnie wyraźne gdy dotykamy gniazdka antenowego lub siatki pierwszej lampy, pochodzi stąd, że między dwoma odrębnymi metalami, w naszym wypadku najczęściej żelazem a mosiądzem, istnieje pewna mikroskopijna siła elektromotoryczna. Krótki ale ostry przepływ prądu przy zetknięciu dwu metali daje właśnie trzask, stuk, według którego doświadczony serwisowiec orientuje się co do czułości układu lub jego, powiedzmy, całkowitego lub częściowego nieufunkcjonowania.

Dotykając więc kolejno śrubokręcikiem siatek lamp odbiornika i znając z doświadczenia siłę oraz charakter reakcji na ten zabieg, dokonujemy swoistej „analizy dynamicznej" i możemy z grubsza zorientować się w pracy odbiornika. Operowanie śrubokrętem i wywoływanie stuków i warczeń nieraz bardzo głośnych, należy, niezależnie od swojej celowości, do swoistych manier radiotechników i ma na celu, wierzmy że podświadomie, zrobienie wrażenia na nieznającym się na rzeczy kliencie.

Przy okazji na miejscu będzie przypomnieć jeszcze raz, aby nie kłaść palca, tam gdzie nie należy.

Zaburzenia własne

Dalszą ważną właściwością odbiornika jest to, co nazwaliśmy „brakiem zaburzeń własnych". Odbiornik powinien pracować tak, aby jego samego nie było słychać, a tylko stacje nadawcze i tylko te, na które w tej chwili aparat jest nastrojony. Wiemy jednak doskonale, że tak niestety nie jest.

(d. c. n.)

Inż. Tadeusz Bzowski

Telewizja (VIII)

Przy omawianiu działa elektronowego podano ogólnie, że pole elektryczne między anodą pierwszą i drugą służy do koncentracji strumienia elektronów na ekranie lampy.

Obecnie trochę dokładniej opiszemy mechanizm tego skupienia.

Jeżeli elektron lecąc przechodzi z jednej przestrzeni do drugiej, to na ich granicy tor jego ulegnie załamaniu — rys. 1. Przyjmując, że przestrzeń druga ma wyższy potencjał, elektron uzyska przyrost energii równy eU, gdzie: U — różnica potencjałów obu ośrodków.

W myśl prawa zachowania energii możemy napisać równość:

$$\frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + eU$$

gdzie: $\overline{v}_1$ — szybkość przestrzeni pierwszej, $\overline{v}_2$ — szybkość przestrzeni drugiej.

Z rysunku 1 widać, że na granicy dwóch ośrodków żadne siły nie działają na elektron w kierunku stycznym do tej granicy. Z tego wynika, że składowe szybkości w tym kierun-

ku są jednakowe przed i po przejściu z ośrodka pierwszego do drugiego. A ponieważ z wyżej przytoczonego równania $v_2 > v_1$, zatem wzrost szybkości następuje tylko w kierunku prostopadłym do granicy ośrodka — co powoduje załamanie promienia w/g prawa:

$$n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

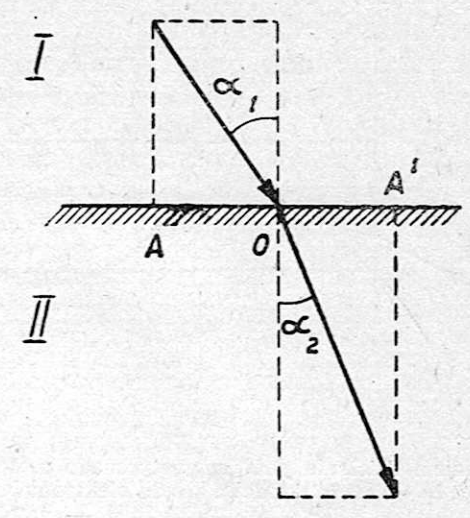
gdzie α_1 — kąt wejścia promienia; α_2 — kąt wyjścia promienia. Po przeróbkach matematycznych:

$$n = \sqrt{1 + \frac{U}{U_1}}$$

gdzie: U — różnica potencjałów między ośrodkiem I i II; U_1 — różnica potencjałów dzięki której elektron uzyskał szybkość — v_1; n — spółczynnik załamania.

Spółczynnik „n" może mieć różne wartości zależnie od stosunku i kierunkowości napięć U i U_1.

Nas interesuje prawie wyłącznie wypadek, gdy promień przechodzi z ośrodka o niższym potencjale do ośrodka o wyższym potencjale, co ma miejsce przy skupianiu; wówczas α_2 maleje w stosunku do α_1 i promień się załamuje mniej lub więcej, zależnie od napięć przyłożonych. Dzięki zjawisku załamania w

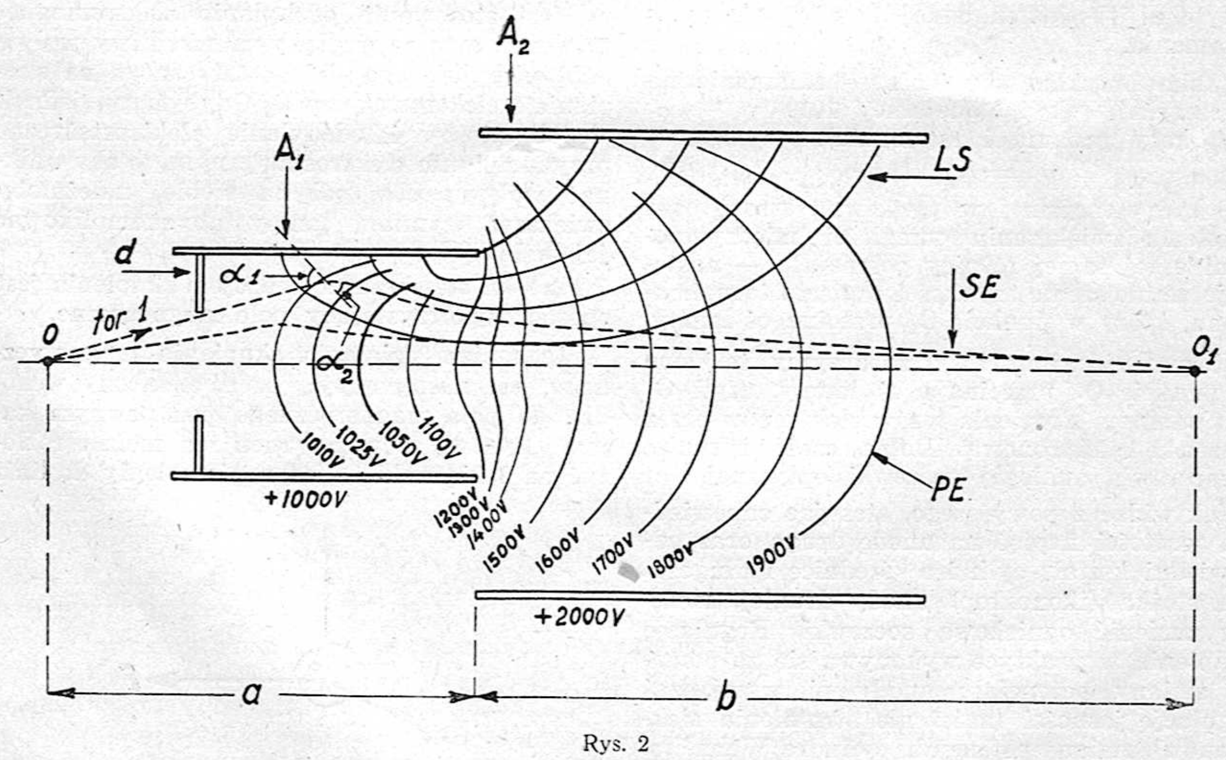


Rys. 1
Załamanie promienia elektronowego przy przejściu do ośrodka o wyższym potencjale AO = OA¹ — składowe szybkości równoległe do granicy ośrodków.

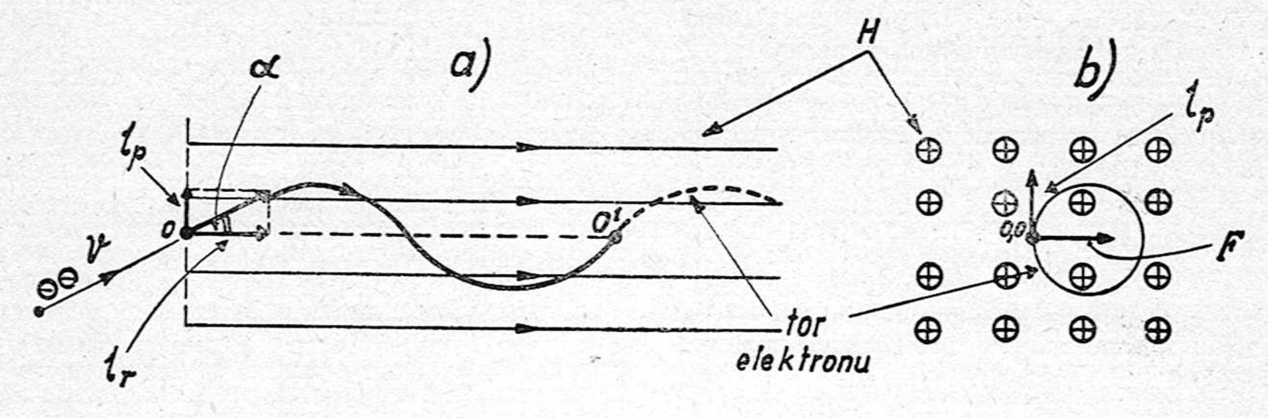
polu elektrycznym, strumień elektronów może być skupiany i rozpraszany podobnie jak promień świetlny w układach optycznych. Pojącej elektrostatycznej w kineskopie.

Rys. 2 przedstawia układ soczewki skupiającej elektrostatycznej w kineskopie.

Strumień wychodzący z ostatniej diafragmy (w anodzie pierwszej) jest rozbieżny; pole



Rys. 2
Soczewka elektrostatyczna i jej optyczny równoważnik. Oznaczenia: A_1 — anoda pierwsza; A_2 — anoda druga; SE — strumień elektronów; PE — płaszczyzna ekwipotencjalna; LS — linie siły; α_1 i α_2 kąty padania i załamania dla dowolnej granicy ośrodków; d — diafragma



Rys. 3

Mechanizm działania pola magnetycznego na tor elektronu. a) i b) — obrazy przesunięte względem siebie o > 90°, lp — oraz lr składowe prądu elektronowego, prostopadłe i równoległe; F — siła działająca na elektron; H — natężenie pola magnetycznego

elektryczne między pierwszą i drugą anodą posiada kształt jak podano na rysunku. Płaszczyzny ekwipotencjalne przedstawione są w postaci linii, oznaczonych odpowiednimi wartościami napięć (np. 1010 v, 1025 v, 1050 v itd.) w przekroju osiowym. Są one prostopadłe do linii sił pola elektrycznego, pokazanych również na rysunku.

Dowolny tor elektronów np. 1 padając na płaszczyznę ekwipotencjalną 1010 v, która jest zwrócona wypukłością do niego, zostaje początkowo zaginany dość mocno aż do powierzchni ekwipotencjalnej 1200 v w/g praw załamania.

(Jako przykład skupienia — załamanie na płaszczyźnie ekwipotencjalnej 1010 v — a_1 i a_2 kąty podania i załamania).

Dalej wskutek zmiany wygięcia powierzchni ekwipotencjalnej w przeciwną stronę oraz ciągłemu zwiększaniu odległości między polami o tej samej różnicy potencjału — następuje zmniejszenie szybkości zagięcia toru elektronu, który w punkcie O_1 przecina oś lampy.

Rozpatrując inne tory, zobaczymy, że i one w punkcie O_1 przecinają oś lampy, czyli O_1 jest punktem skupienia torów elektronów przez soczewkę elektronową. Dolna część rysunku przedstawia analogię soczewki optycznej.

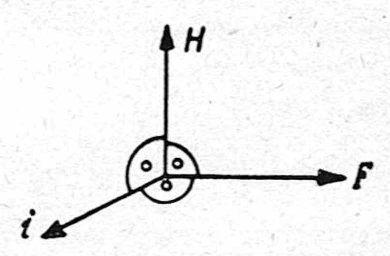
Jak widać z powyższego, stosując odpowiednie wartości napięć na anodę drugą oraz odpowiedni kształt cylindra (średnicę i długość) lub stożka (ikonoskop) anody drugiej, możemy zmienić ogniskową soczewki. Regulację skupienia w praktyce wykonywa się za pomocą zmiany potencjału anody pierwszej, zaś regulację jasności (natężenie strumienia elektronów), zmianą potencjału cylindra Wehnelta. Dla lamp próżniowych te regulacje są prawie niezależne od siebie. W katalogach podane są dla danej lampy (dla jej układu soczewkującego) odpowiednie napięcia, jakie należy stosować celem uzyskania skupienia strumienia elektronów o odpowiednim natężeniu na jej ekranie.

W lampach wysokopróżniowych, gdzie stosujemy soczewki elektrostatyczne, skupienie praktyczne nie ulega zmianie przy 100% modulacji natężenia elektronów, ani też nie ma skrzywienia linii przy przejściu z miejsc jasnych na ciemne i odwrotnie, co miało miejsce przy koncentracji gazowej.

Przy elektrostatycznych soczewkach wskazane jest stosowanie odchylania elektromagnetycznego, a to ze względu na szkodliwy wpływ pola odchylającego elektrostatycznego na skupianie elektrostatyczne. Gdybyśmy jednak chcieli stosować odchylanie elektrostatyczne przy skupianiu elektrostatycznym, to aby uniknąć wpływu obu pól na siebie, należałoby zwiększyć wymiary lampy lub skomplikować jej budowę.

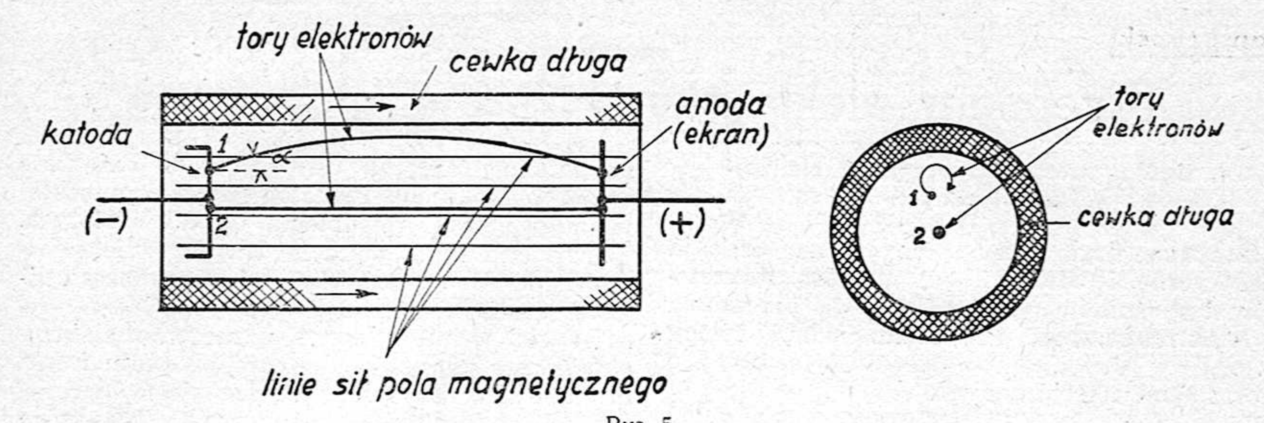
Trzecim stosowanym rodzajem skupienia jest sposób wykorzystujący pole magnetyczne.

Mechanizm działania skupiania magnetycznego jest następujący: jeżeli elektrony wchodzą do pola magnetycznego pod pewnym kątem (Rys. 3), wówczas ruch ich można rozłożyć na 2 kierunki — jeden równoległy do linii



Rys. 4

Określanie kierunku siły elektrodynamicznej pola na prąd



Rys. 5
Układ z cewką długą

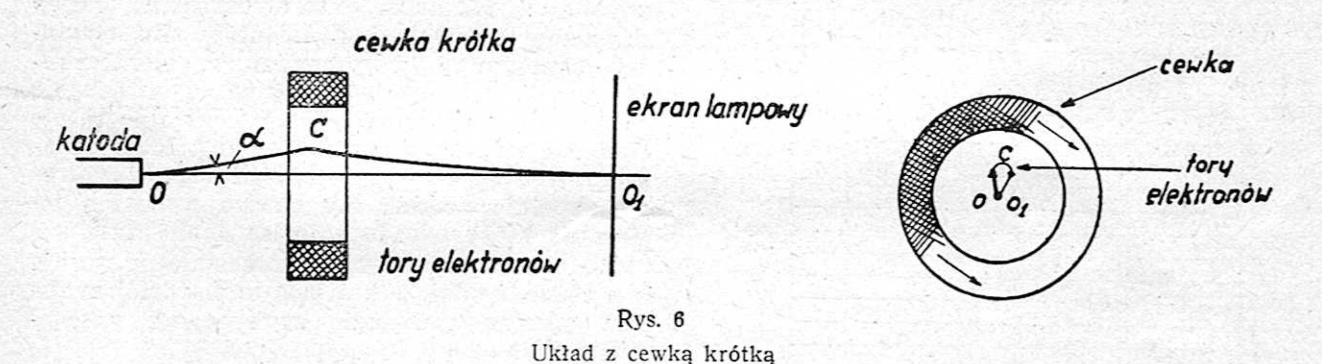
sił pola magnetycznego, a drugi — prostopadły. Ponieważ ruch elektronów stanowi prąd elektryczny, zatem na elektrony (prąd elektronowy) będzie działać siła elektrodynamiczna od składowej szybkości prostopadłej do linii sił pola magnetycznego. Jest ona proporcjonalna do natężenia pola i natężenia prądu elektronowego. (F = H . i) i jest skierowana prostopadle do kierunku ruchu elektronów i pola magnetycznego (Rys. 4).

prostopadłą do natężenia pola (H) zakreśli zamknięte koło (Rys. 3b).

Matematycznie okres $T = 2\pi \frac{m}{e} \cdot \frac{H}{l}$;

Z teorii mamy również, że niezależnie od kąta padania α, w jednostajnym polu magnetycznym, okres T dla dowolnego ruchu elektronu jest stały, pomimo różnych promieni kół zależnie od α i v.

Jeżeli $v_p = 0$ (elektrony biegną równolegle do natężenia pola magnetycznego) wówczas tor



Rys. 6
Układ z cewką krótką

Pod wpływem tej siły elektron zacznie zataczać koła o promieniu

$$a = \frac{m}{e} \cdot \frac{v_p}{H}, \quad \text{gdzie}$$

$\frac{m}{e}$ — stosunek masy do ładunku elektronu; v_p-składowa szybkości prostopadła do linii sił; H — natężenie pola.

Ze względu na to, że istnieje również składowa postępowa ruchu elektronów — v_v w kierunku pola magnetycznego, więc elektron będzie posuwał się po linii śrubowej (rzut drogi elektronu na płaszczyznę prostopadłą do osi lampy stanowi koło o promieniu a. — Rys. 3b.

Okresem T ruchu śrubowego nazywamy czas, w którym rzut ruchu elektronu na płaszczyznę

elektronów nie ulega zmianie — jest prostoliniowy.

Jest to ogólny obraz ruchu elektronu w polu magnetycznym.

Działanie soczewek magnetycznych należy rozpatrzyć dla cewki długiej i krótkiej, gdyż różnią się one w swoim działaniu. Przez termin „cewka długa" rozumiemy, że jest ona rozciągnięta na całą długość biegu elektronów, zaś „cewka krótka" działa tylko na część drogi elektronów.

Cewki długie stosujemy do dysektora Farnsworth'a, eriscopu, orticonu, tj. do lamp analizujących, celem uzyskania obrazu elektronowego (Rys. 5). Cewki krótkie stosujemy do ikonoskopu, kineskopu, czyli tam, gdzie mamy skupić wąski strumień elektronowy (Rys. 6).

(d. c. n.)

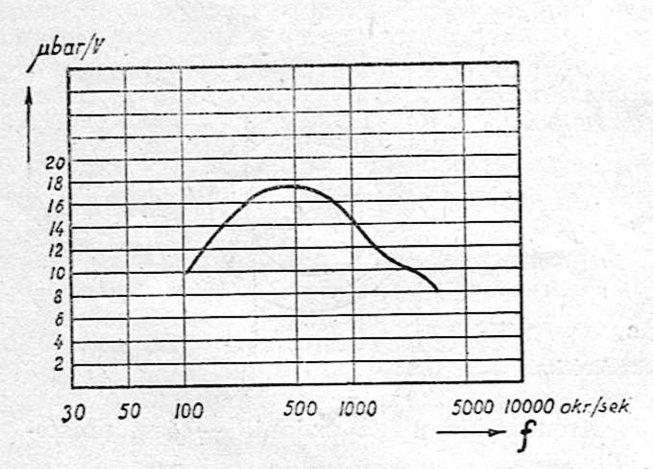
Jan Krupski

Przemiany elektroakustyczne w głośnikach

I. Ogólne własności urządzeń elektroakustycznych

Zamiana drgań akustycznych na drgania elektryczne i odwrotnie za pomocą mikrofonów i głośników jest podstawową przemianą w elektroakustyce. Przemiana jednej formy energii w drugą ma wartość użyteczną pod warunkami następującymi:

1. Zakres częstotliwości pierwotnego obrazu dźwięku musi być zachowany w takich granicach, aby nie wystąpiły słyszalne jego zmiany.
2. Przenoszenie wszystkich częstotliwości winno odbywać się jak najwierniej — odpowiada to minimalnym zniekształceniom liniowym.
3. W pierwotnej formie dźwięku na drodze przetwarzania i przenoszenia nie mogą powstawać częstotliwości nowe, których uprzednio nie było, co jest równoznaczne z małymi zniekształceniami nieliniowymi.



Rys. 1

W odniesieniu do punktów 1. i 2. wymienionych warunków, dla każdego elementu biorącego udział w przemianach elektroakustycznych można wykreślić „krzywą częstotliwości", pokazaną przykładowo na rys. 1. Krzywa ta przedstawia przebieg stosunku ciśnienia fal dźwiękowych, wywoływanych przez głośnik do napięcia zmiennego, jakie zostało doprowadzone do głośnika, w zależności od różnych częstotliwości. Dla mikrofonu stosunek ten będzie oczywiście odwrotny, a mianowicie porównamy wielkość napięcia zmiennego do ciśnienia, jakie spowodowało powstanie owego napięcia. Na osi rzędnych umieszczamy zatem wielkość stosunku mikrobarów do woltów, lub woltów do mikrobarów, na osi odciętych zaś ilość drgań na sekundę. Przebieg idealny przedstawiałaby prosta, równoległa do osi odciętych.

Wymienione w punkcie trzecim zniekształcenia nieliniowe pojawiają się jako częstotliwości harmoniczne podstawowych drgań sterujących, wskutek czego urządzenie elektroakustyczne powoduje skażenia pierwotnej formy dźwięku. Za miarę zniekształceń nieliniowych przyjmuje się spółczynnik „k", który wynosi: $k = \sqrt{\frac{a_2^2 + a_3^2 + \ldots + a_n^2}{a_1}}$

Spółczynnik ten przedstawia stosunek geometryczny sumy amplitud a_1 a_2 a_3 ..a_n odpowiednich harmonicznych do amplitudy a_1 drgania podstawowego i podawany jest w procentach.

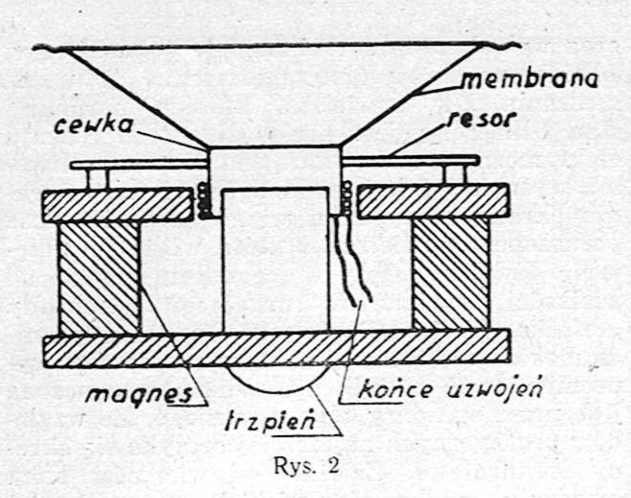
Przebiegi całkowicie wolne od omawianych zniekształceń na ogół nie są znane. Pochodzi to stąd, że urządzenia el.-akustyczne posiadają zależne od częstotliwości opory elektryczne i akustyczne, a charakterystyki lamp wzmacniających odbiegają od liniowości. Drgania własne i rezonanse, które określają barwy dźwięków różnych instrumentów, nie powinny występować w przemianach elektroakustycznych. Służące do tego celu urządzenia muszą być pod tym względem neutralne tj. nie posiadać własnej „barwy dźwięku". Ich mechaniczne rezonanse własne leżą dlatego w zakresie zupełnie niskich lub bardzo wysokich tonów, na które ucho ludzkie jest mało czułe.

W celu zmniejszenia zniekształceń stosuje się różne środki, z których najbardziej znane jest ujemne sprzężenie zwrotne we wzmacniaczach.

II. Zasadnicza budowa głośników

Drgania dźwiękowe mogą być w różny sposób wywołane za pomocą urządzeń elektrycznych. Dziś używane są prawie wyłącznie takie urządzenia, których praca opiera się na okresowych ruchach zawieszonej i działającej na otaczające powietrze membrany pod wpływem bodźców elektromagnetycznych. Jako najlepszy uznano głośnik dynamiczny, którego budowę widzimy na rys. 2. Składa się on z membrany, cewki związanej z nią sztywno i drgającej w polu magnetycznym oraz z magnesu.

Ze względów akustycznych najważniejszym elementem głośnika jest jego membrana, która wprawia w ruch cząsteczki powietrza. Od wielkości powierzchni membrany zależy ilość pobudzanych do drgań mechanicznych cząsteczek, co wiąże się z mocą wywołanego dźwię-



Rys. 2

ku. Niezależnie od wielkości ważny jest także kształt, sposób zawieszenia oraz rodzaj materiału, z jakiego membranę wykonano.

Zawieszenie powinno być elastyczne, pozwalające na dobre odtwarzanie tonów wysokich i niskich z uwzględnieniem faktu, że zbyt duża elastyczność (lekkie zawieszenie) powoduje uwypuklenie wysokich częstotliwości przy na ogół dużej sprawności, natomiast tłumienie membrany (zawieszenie sztywne z dużą bezwładnością) daje dobre odtworzenie niskich tonów, powoduje jednak równocześnie duże obniżenie sprawności. Materiał na membrany stosuje się sztywny, aby działanie na cząsteczki powietrza było sprężyste i lekkie, i aby bezwładność była możliwie mała. Obydwa warunki spełnia najlepiej papier odpowiednio preparowany, a następnie tłoczony w celu nadania mu właściwego profilu.

Do membrany wklejony jest cylindryczny korpus cewki, która ze względów mechanicznych posiada niewielką ilość zwojów możliwie grubego drutu. Podobnie jak masa membrany tak i masa cewki powinna być mała ze względu na sprawność głośnika. Pole magnetyczne tworzy jarzmo i trzpień wysokowartościowego magnesu stałego lub elektromagnesu, którego masa i rodzaj materiału decyduje o natężeniu wytworzonego pola (wielkość natężenia pola, jak przekonamy się niżej, ma podstawowe znaczenie, jeśli idzie o uzyskanie dużej sprawności głośnika). Używane obecnie magnesy ze stali z domieszką aluminium, niklu i kobaltu (tzw. stal „alniko") pozwalają na uzyskanie w szczelinie indukcji większej niż 10.000 Gaussów.

III. Akustyczne działanie głośników

Poważną rolę odgrywa sposób umocowania i położenie głośnika, od którego wymaga się spełnienia wymienionych we wstępie warunków. Mówią one o zniekształceniach częstotliwości (liniowych) i kształtu (nieliniowych) drgań, nadawanych i przekazywanych na drodze od mikrofonu do głośnika.

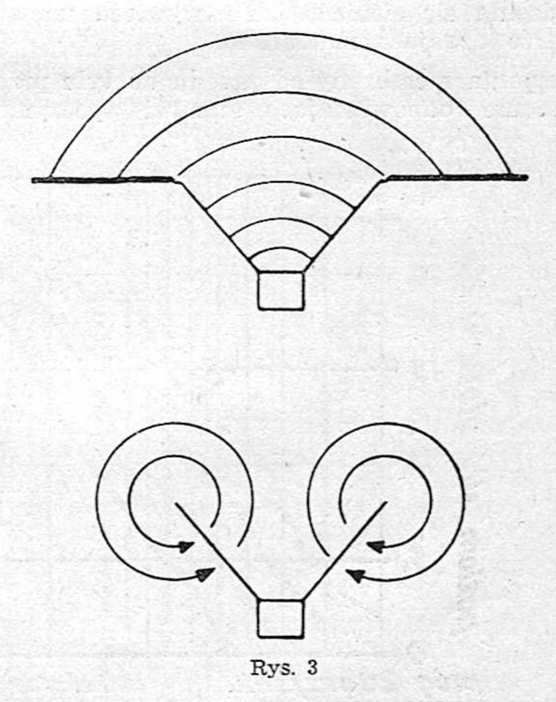
Starania idące w kierunku polepszenia jakości mikrofonów, wzmacniaczy, odbiorników i urządzeń przesyłowych dały pozytywne rezultaty, tak że dziś pozwalają one na osiągnięcie pod tym względem pewnego rodzaju doskonałości. Byłyby one rzecz jasna bezcelowe, gdyby w samym głośniku uzyskane osiągnięcia miały być stracone.

Wspominaliśmy już, jaką rolę odgrywa wielkość membrany, jej ciężar i sposób zawieszenia. Zakładając, że membrana reaguje jednakowo na wszystkie częstotliwości akustyczne należy zwrócić uwagę na sposób i możliwości wypromieniowania, czyli przekazania ich cząsteczkom powietrza.

Okazuje się mianowicie, że wysokie częstotliwości dzięki temu, że rozchodzą się wzdłuż linii prostych, słyszane są dobrze nawet na znacznych odległościach od głośnika, jeśli niosą dostateczną ilość energii, natomiast częstotliwości niskie ulegają ugięciu tym większemu, im niższa jest częstotliwość, zamykając się na krańcach membrany. Brak ich w obrazie dźwięku powoduje to, że brzmi on płasko i szybko męczy słuchacza.

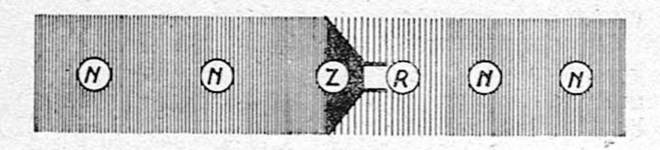
W celu odprowadzenia energii niskich częstotliwości w przestrzeń stosuje się ekrany odbijające, do których umocowuje się głośniki. Od wielkości powierzchni ekranu zależy moc, oddawana przez głośnik, dlatego pożądane jest, aby ekran był możliwie duży oraz wykonany z grubego drzewa.

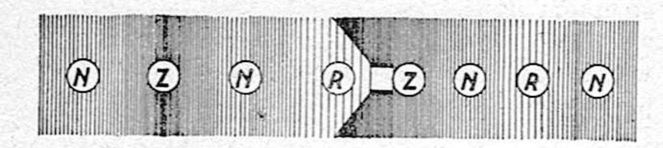
Dla dobrego odtwarzania częstotliwości od 50 okresów na sekundę w górę konieczne jest za-

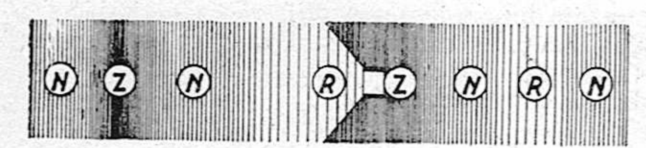

Rys. 3

stosowanie ekranu o boku 2 metry, którego grubość powinna wynosić około 2 cm. w celu uniknięcia rezonansów własnych.

Rolę ekranu ilustruje rys. 3. Pokazany tam jest ruch cząsteczek powietrza, pobudzonych drganiami niskiej częstotliwości w nieobecności ekranu. Widocznie są tu ugięcia na brzegach membrany, które nie mają miejsca przy użyciu ekranu.



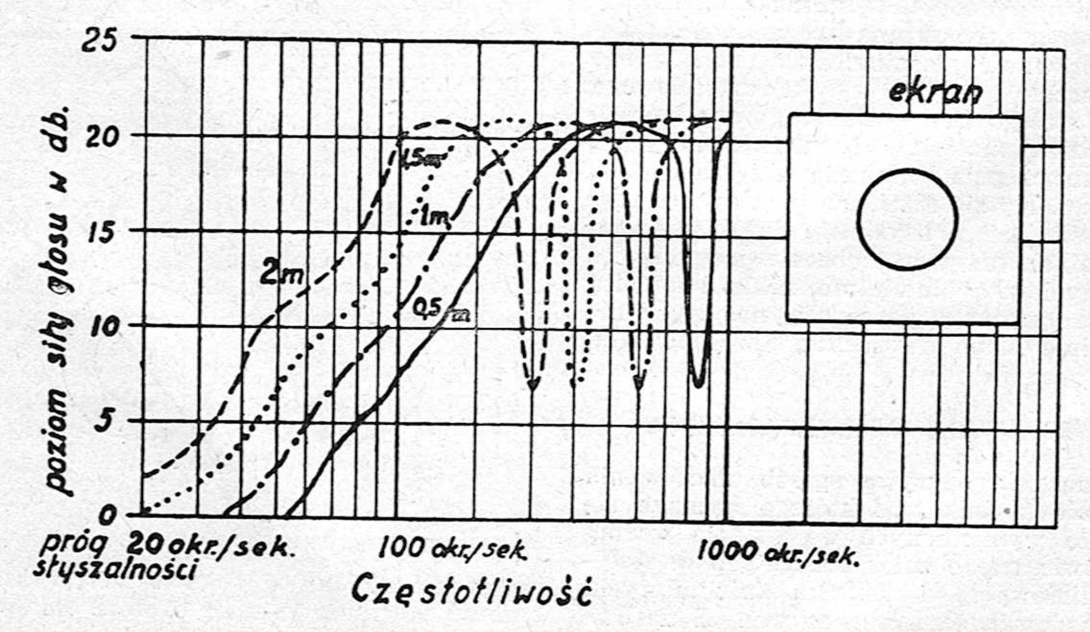




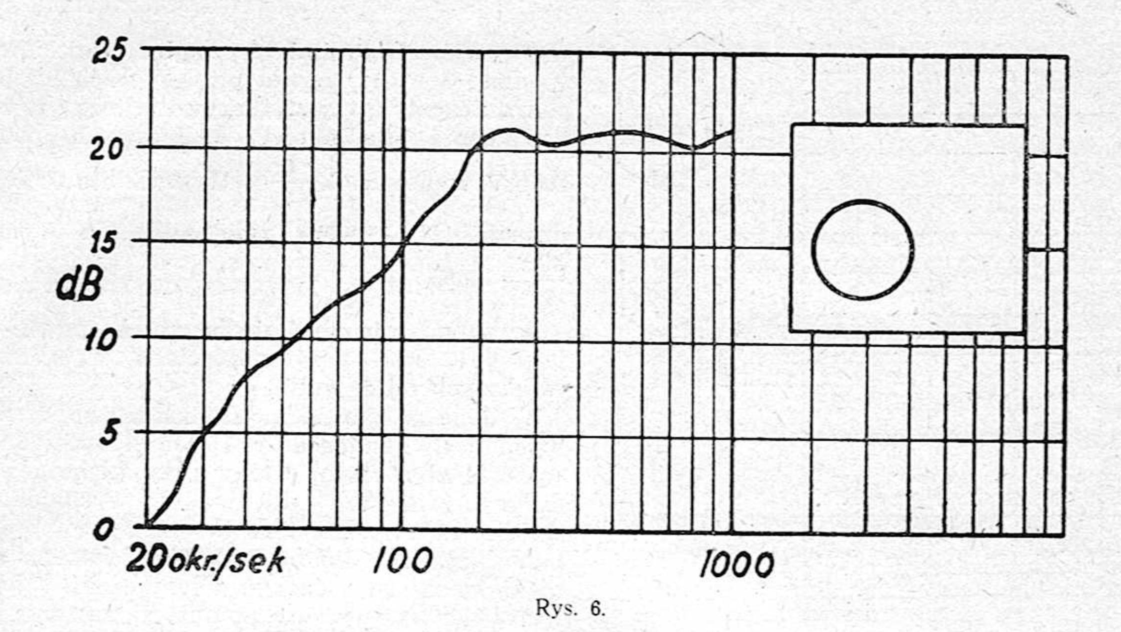
Rys. 4a, b, c.

Ruch powietrza poruszonego drganiami membrany wytwarza fale głosowe, które przedstawiają zagęszczenia i rozrzedzenia w porównaniu ze stanem spoczynku. Pochodzące z głośnika fale głosowe są więc odzwierciedleniem rozchodzenia się ciśnień, jakie wywiera na powietrze drgająca membrana.

Drgania membrany od przodu do tyłu przez położenie odpowiadające stanowi spoczynku oraz wywołane tym ruchem fale pokazuje rys. 4. Widoczne są na nim zagęszczenia „Z" i rozrzedzenia „R" powietrza, którego normalny stan oznaczony jest przez „N". Tego rodzaju efekt można uzyskać zarówno dla częstotliwości wysokich jak i niskich dzięki zastosowaniu ekranu. Z rysunku widać także, że ilość poruszonego powietrza, z którą wiąże się natężenie dźwięku, zależy w pierwszym rzędzie od wielkości powierzchni drgającej membrany głośnika. Stwierdziliśmy już, że dolna granica niskich częstotliwości, które zdolny jest wypromieniować głośnik z ekranem, wyznaczona jest przez wymiary tego ostatniego. Ze względów praktycznych najczęściej spotyka się ekrany kwadratowe. Zależnie od wielkości boku kwadratu oddawanie niskich częstotliwości przez typowy głośnik z ekranem drewnianym przedstawiają krzywe z rys 5. Ponadto widać na nim głębokie i ostro przebiegające załamania, powstałe na skutek silnego tłumienia pewnej częstotliwości. Zachodzi ono w przypadku umieszczenia głośnika w środku tablicy drewnianej i może być wyeliminowane przez umieszczenie z dala od środka. Pozwala to uzyskać taką krzywą, jak na rys. 6. Umieszczanie głośników w skrzynkach nie daje tak dobrych rezultatów, jak stosowanie tablicy, zwłaszcza, jeśli są to jednocześnie skrzynki odbiorników. W skrzynkach tego rodzaju, poza tym, że nie zawsze mogą być postawione w najkorzystniejszym miejscu pomieszczenia z tego powodu, że związane są z miejscem przeznaczonym na odbiornik, występują rezonanse, które dla typowych urządzeń pokojowych wynoszą ok. 120 okr./sek. Odpowiednia krzywa częstotliwości w podobnych warunkach ma przebieg pokazany na rys. 7. Tak przebiega-



Rys. 5

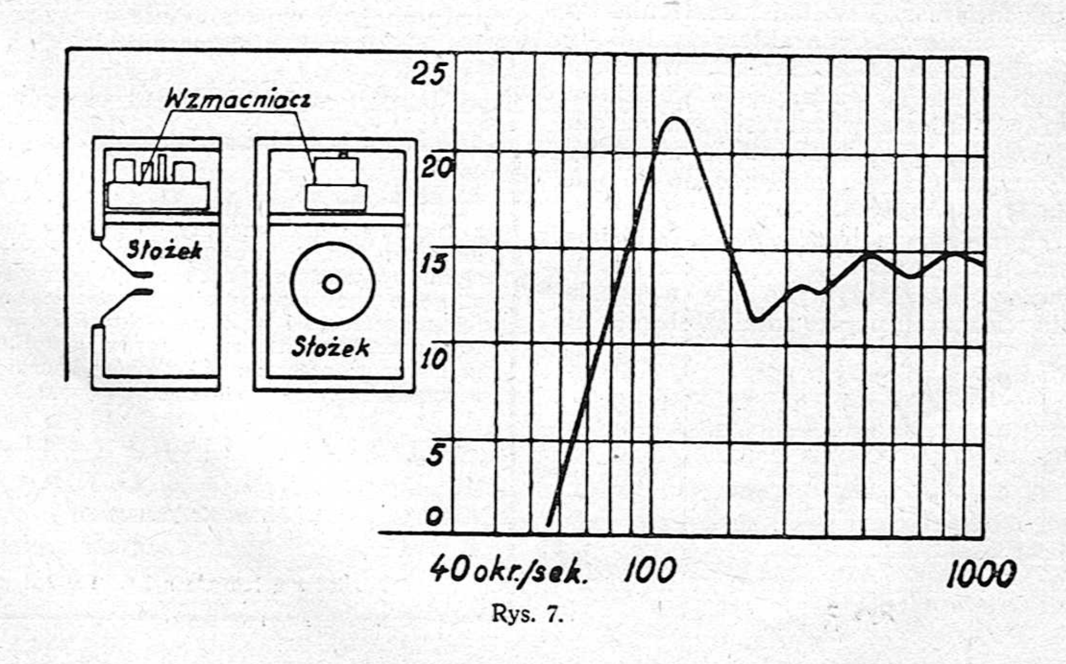


Rys. 6.

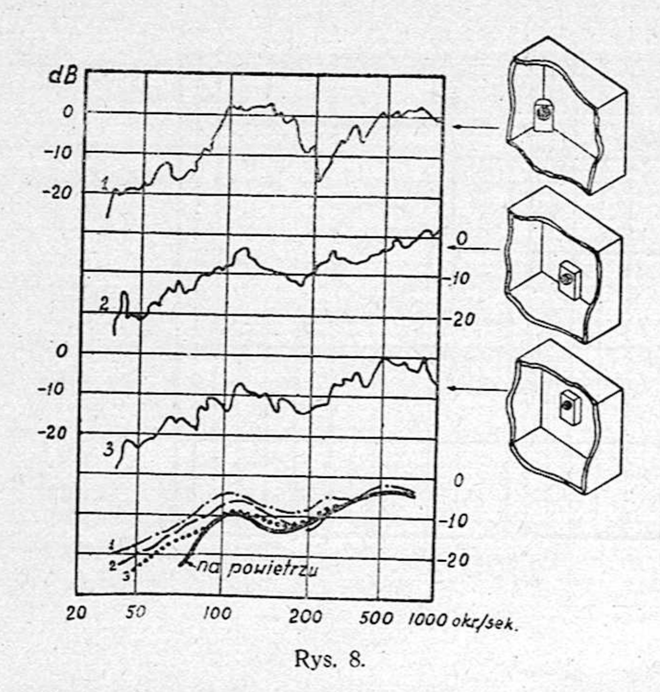
jąca krzywa jest niekorzystna głównie ze względu na zrozumiałość mowy męskiej, której obszar podstawowych częstotliwości drgań strun głosowych leży w tym właśnie rejonie. Położenie głośnika lub aparatu z wbudowanym głośnikiem w stosunku do ścian pokoju nie jest również ze względu na niskie częstotliwości obojętne.

Na rys. 8 widoczne są trzy różne pozycje najczęściej praktykowane. Przebieg odpowiednich krzywych wskazuje, że najlepsze rezultaty daje głośnik, umieszczony w jednym z rogów pomieszczenia. Odnośna krzywa „1" w zestawieniu z krzywymi „2" i „3" w dolnej części rysunku, przebiega jak widać na stosunkowo najwyższym poziomie. Dla porównania podano także przebieg słyszalności na wolnym powietrzu pod gołym niebem. Krzywe nie uwzględniają specyficznych warunków akustycznych pomieszczenia, jak echo, pogłos, tłumienie, które mogłyby wpłynąć w sposób zasadniczy na reprodukowany obraz dźwięków. Warunki te jednak mają duże znaczenie, jeśli chodzi o działanie przestrzeni na odtwarzane przez głośnik dźwięki.

Dla poprawienia charakterystyki w obszarze niskich częstotliwości można stosować w odniesieniu do małych głośników (o średnicy do 20 cm.) labirynty akustyczne, w których utrzymuje się długi słup powietrza dzięki kombinacji ścian tłumiących. Osiągnięte rezultaty zależą od kształtu membrany i od spo-



Rys. 7.



Rys. 8.

sobu wykonania skrzynki z labiryntem (patrz Nr. 16 tyg. Radio i Świat z 49 r.).

(d. c. n.)

Inż. F. M.

Zasady obliczania odbiorników

Część III

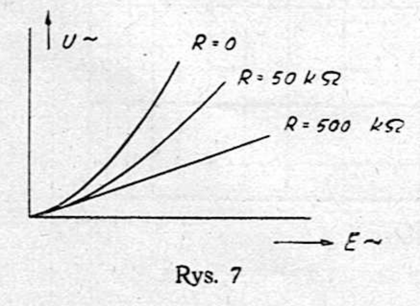
Detekcja

(Ciąg dalszy)

3) **Zniekształcenia nieliniowe** występują wtedy, gdy kształt krzywej napięcia wyjściowego odbiega od kształtu obwiedni napięcia wejściowego. Jakie mogą być przyczyny powstawania zniekształceń nieliniowych?

a) W pierwszym rzędzie zniekształcenia wywołuje krzywoliniowość charakterystyki diody. Okazuje się, że zależność napięcia wyprostowanego (na oporze R) od napięcia wejściowego jest krzywoliniowa w zakresie małych napięć (do 1 wolta). Krzywoliniowość występuje również i przy większych napięciach, o ile opór obciążenia R jest mały.

Rys. (7) przedstawia te zależności. Widzimy, że dopiero dla oporów R większych od ok. 100000 omów charakterystyka się wyprostowuje i dla większych napięć zniekształcenia nie



Rys. 7

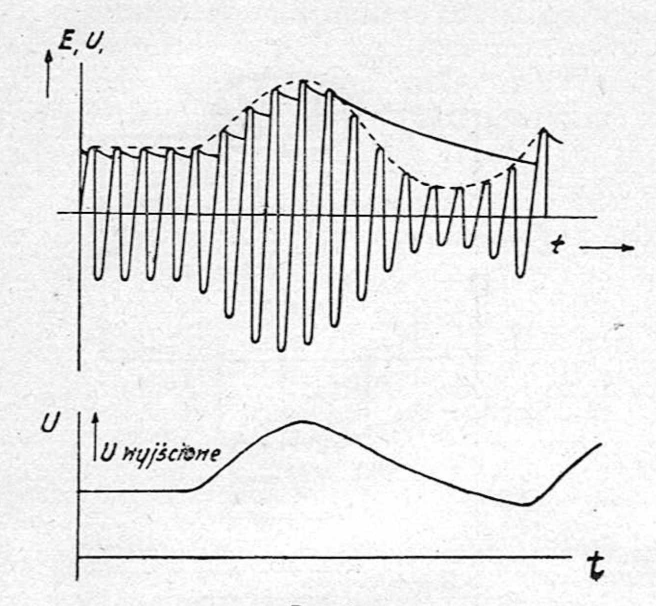
występują. Dla małych napięć wejściowych (poniżej 1 wolta) nawet przy oporach 0,5 Meg. charakterystyka jest krzywoliniowa i zniekształcenia dla napięć wejściowych poniżej 100mV wynoszą ok. $\frac{1}{4}$. M, czyli dla 80% modulacji (M = 0,8) zniekształcenia wynoszą $\frac{80}{4} = \mathbf{20\%}$.

A zatem dla uniknięcia zniekształceń należy pracować przy napięciach wejściowych większych od 1 wolta.

b) drugim powodem zniekształceń nieliniowych jest kondensator C. Jeżeli posiada on wartość zbyt dużą, wtedy przy głębokiej modulacji, zwłaszcza dla tonów wysokich, powstają zniekształcenia. Na szczęście procent modulacji dla tonów wysokich jest na ogół niski (maximum energii akustycznej, a zatem i największy procent modulacji zawarty jest w zakresie od 200 do 1000 c/s). Aby zrozumieć powstawanie tego rodzaju zniekształceń, przypatrzmy się rys. 8, który jest powtórzeniem rys. 4b. Jak wspominaliśmy, podczas części półokresu dodatniego kondensator C ładuje się przez opór wewnętrzny diody, zaś w czasie pozostałym kondensator rozładowuje się przez opór R. Nachylenie krzywej rozładowania zależy od stałej czasowej, czyli iloczynu **C . R**, im większa pojemność lub im większy opór, tym bardziej poziomo przebiega krzywa.

Jak długo krzywa rozładowania przebiega poniżej obwiedni, to zniekształceń nie ma. O ile natomiast krzywa rozładowania przebiega powyżej obwiedni, występują zniekształcenia. W wypadku skrajnym, gdy stała RC jest bardzo duża, kondensator naładuje się do szczytowej wartości napięcia, przy maksymalnej modulacji η będzie rozładowywał się prawie przez cały okres częstotliwości modulującej (akustycznej) i w ogóle nie otrzymamy napięcia składowej akustycznej.

Na rys. 8 na 1 okres częstotliwości modulującej (małej) wypada ok. 13 okresów często-



Rys. 8

tliwości wielkiej, jest to oczywiście wypadek przesadzony, ale specjalnie dobrany dla zobrazowania przebiegu.

Przebieg napięcia na wyjściu detektora po odfiltrowaniu wielkiej częstotliwości przedstawiony jest poniżej. Widzimy, że zamiast sinusoidy, która powinna być podobna do obwiedni, otrzymaliśmy krzywą bardzo zniekształconą.

Gdyby modulacja była płytka, tak aby nachylenie obwiedni było mniejsze lub równe nachyleniu krzywej rozładowania, zniekształcenia praktycznie zniknęłyby. Jak zatem widzimy, wielkość pojemności **C** jest ograniczona procentem modulacji dla tonów wysokich.

Analiza zjawiska daje następującą zależność pomiędzy tymi wielkościami:

$$C \leq \frac{10^{12}}{M \cdot 6{,}28 \cdot F_w \cdot R} \quad \text{– pF, omy, c/s} \qquad (2a)$$

czyli
$$M \leq \frac{10^{12}}{C \cdot 6{,}28 \cdot F_w \cdot R} \qquad (2b)$$

Wartość obliczona powyższymi wzorami określa minimalną pojemność, przy powiększeniu której pojawiają się zniekształcenia.

Obliczymy np. procent modulacji jaki jest dopuszczalny przy częstotliwości 5000 c/s (harmoniczne powyżej 10000 c/s nie mają dla nas znaczenia).

$$C = 200\text{pF}$$
$$R = 0{,}5 \text{ Meg.}$$
$$M \leq \frac{10^{12}}{200 \cdot 6{,}28 \cdot 5000 \cdot 500000} = \mathbf{0.32}$$

a zatem o ile procent modulacji wzrośnie powyżej 32%, pojawią się zniekształcenia.

c) oprócz wyżej wymienionych czynników wywołujących zniekształcenia, najgroźniejszym jest różnica wielkości oporu obciążenia dla prądu zmiennego w stosunku do prądu stałego. Wpływ ten jest o tyle szkodliwy, że wywołuje zniekształcenia dla wszystkich częstotliwości przy większych głębokościach modulacji.

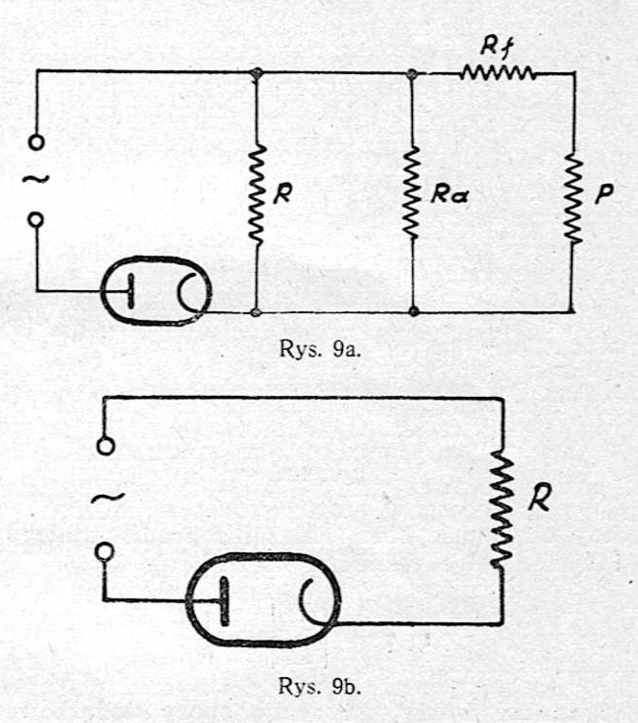
Dla zrozumienia tego zjawiska zastanówmy się najpierw skąd bierze się różnica w oporze obciążenia.

Na rys. 9a mamy przedstawiony układ zastępczy oporu obciążenia diody, wg. rys. 5.

Przy prądzie stałym oporem obciążenia jest tylko opór R (Rys. 9b), przy zmiennym (akustycznym), równolegle do oporu R włączone są poprzez kondensatory opory Ra, oraz Rf i P (Rys. 9c).

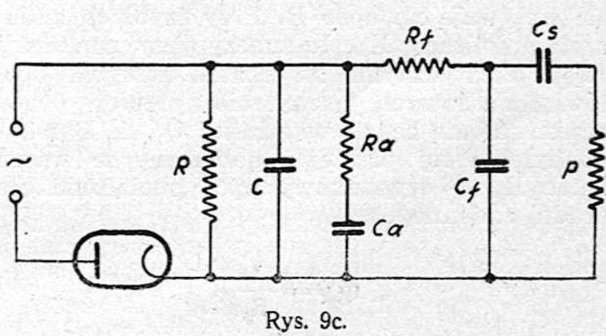
Obliczymy te wielkości gdy $R = 0{,}5$ Mg
$R_a = 2$ Mg
$R_f = 20000$ om.
$P = 0{,}5$ Mg.

Dla prądu stałego opór obciążenia wynosi R = 0,5 Mg. Dla prądu zmiennego opór obcią-



Rys. 9a.

Rys. 9b.



Rys. 9c.

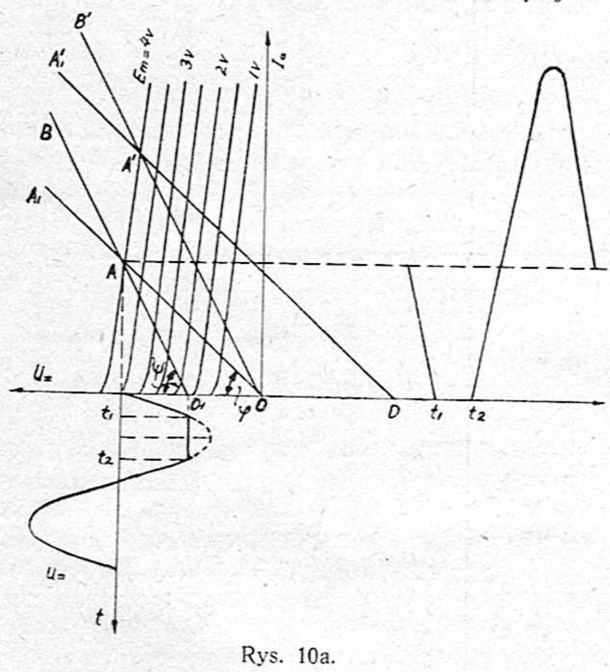
żenia przedstawia się jako równoległe połączenie trzech oporów R, Ra, Rf + P; wypadkowy opór wynosi R_1 = **0,225 Mg.**

Jak widzimy, dla prądu zmiennego opór obciążenia jest ok. o połowę mniejszy.

Przypatrzmy się teraz jaki wpływ ma zmiana oporów obciążenia na charakterystyce lampy.

Rys. 10a przedstawia charakterystykę dynamiczną diody, zdjętą wg rys. 10b.

Na osi odciętych odłożony jest spadek napięcia stałego na oporze, na osi rzędnych prąd stały płynący w obwodzie. Parametrem rodziny krzywych jest amplituda napięcia zmiennego w. częstotliwości. Przy b a r d z o p o w o l n y c h z m i a n a c h E_m wielkości $I_=$ i $U_=$ będą się także zmieniać, i punkt pracy przesuwać się będzie wzdłuż linii OAA_1, kąt φ nachylenia tej prostej do osi odciętej zależy od oporu obciążenia dla prądu stałego i można go określić ze wzoru

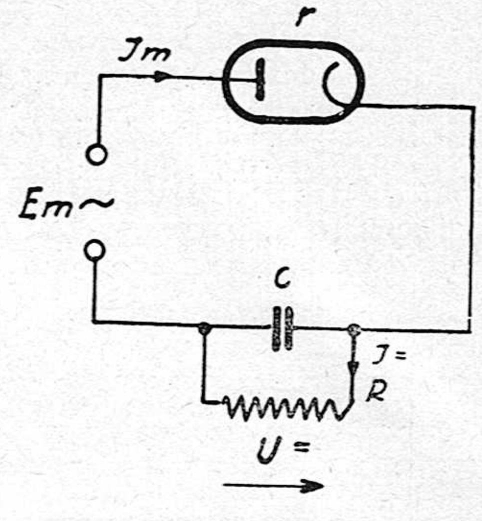


Rys. 10a.

$$\operatorname{tg} \varphi = \left|\frac{U_=}{I_=}\right| = \frac{1}{R}$$

to znaczy wtedy, gdy inne opory dodatkowe nie wpływają na opór R. Przy szybkich zmianach amplitudy E_m, to znaczy przy modulacji częst. akustycznymi na skutek wpływu oporów dodatkowych, nachylenie prostej pracy przesuwać się będzie po prostej O_1, A, B i kąt nachylenia tej prostej ψ obliczymy ze wzoru gdzie R_1 — wypadkowy opór obciążenia dla prądu zmiennego.

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{1}{R_1}$$



Rys. 10b.

Jeżeli amplituda E_m zmieniać się będzie sinusoidalnie, to napięcie wyjściowe już nie będzie sinusoidalne i powstaną zniekształcenia (ścięty wierzchołek krzywej U). Oczywiście im bardziej odbiega wartość oporu obciążenia przy prądzie zmiennym w porównaniu z oporem przy prądzie stałym, tym większe będą zniekształcenia.Jak widać z rys. 10a, zniekształcenia występują w momencie, gdy głębokość modulacji (zmiana E_m w stosunku do wartości spoczynkowej E_m = 4V) przekracza dopuszczalną wartość. O ile opór obciążenia nie zmienia się, to punkt pracy przesuwa się wzdłuż prostej OAA_1 i zniekształcenia nie występują.

Analiza matematyczna wykazuje, że zniekształcenia występują o ile sp. głębokości modulacji przekroczy wartość stosunku oporu dla pr. zmiennego do oporu dla pr. stałego, to znaczy sp. głębokości modulacji przy którym zniekształcenia jeszcze nie występują, wynosić może

$$M \leqslant \frac{R_1}{R} \qquad (3)$$

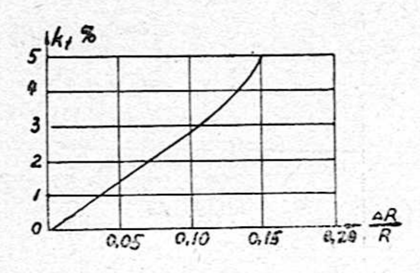
Wykres na rys. 11 podaje zależność procentu zniekształceń dla 100% modulacji od stosunku zmiany oporu obciążenia przy prądzie zmiennym do oporu obciążenia przy prądzie stałym

$$k_f\,\% = f\left(\frac{\Delta R}{R}\right) \text{ gdzie } \Delta R = R - R_1$$

Np. dopuszczając 3% zniekształcenia opór wypadkowy powinien zmieniać się najwyżej o 10% w stosunku do oporu przy prądzie stałym. Innymi słowy, całkowity opór bocznikujący opór R powinien być ok. 10 razy większy od niego. W naszym wypadku (patrz przykład

jak powyżej) dopuszczalny procent modulacji wynosi:

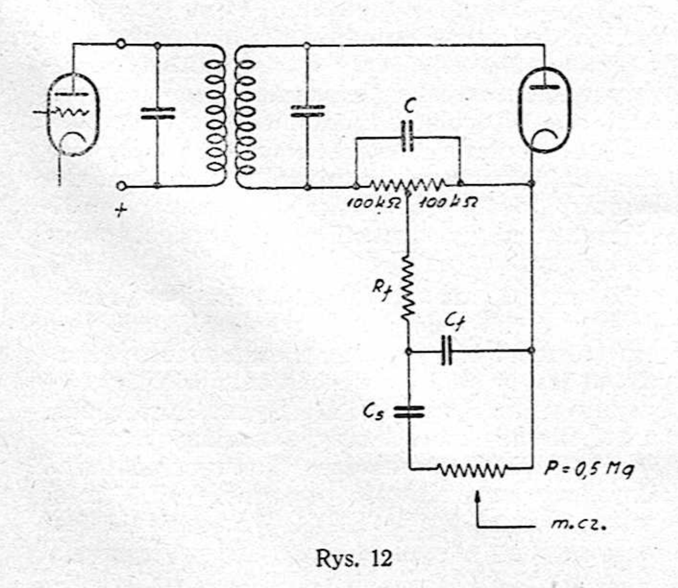
$$M \leqslant \frac{R_1}{R} = \frac{0,225}{0,5} = 0,45 \text{ czyli } 45\%$$



Rys. 11

Jak widzimy z wykresu na rys. 11, przy sp. głębokości modulacji większym od obliczonego, zniekształcenia będą poważne i extrapolując krzywą, dla 100% modulacji otrzymamy zniekształcenia ok. 30%.

Tego rodzaju zniekształcenia można by wyeliminować stosując dodatkowe napięcie stałe w szereg z diodą przesuwające spoczynkowy punkt pracy w górę. Napięcie to powinno być równe odcinkowi O — D (Rys. 10a). Sposób ten jednak ma tę ujemną stronę, że wywołuje duże tłumienie obwodu rezonansowego, na który załączony jest detektor. Możemy również zmniejszyć zniekształcenia stosując duży opór dodatkowy w stosunku do oporu obciążenia, oraz wykorzystywać tylko część napięcia wyprostowanego. Np. na rys. 12 opór obciążenia składa się z dwu części po 100 kΩ. Wykorzystujemy tu tylko połowę napięcia, co przy odbiornikach wysokiej klasy nie ma wielkiego znaczenia. Obliczmy dopuszczalną głębokość modulacji. Opór dla pr. stałego wynosi 200 kΩ, przy prądzie zmiennym opór 100 kΩ zaboczanikowany jest sumą oporów 0,5 Mg + 50 kΩ zatem wypadkowy opór wynosi:



Rys. 12

$$\frac{100000 \,.\, 550000}{650000} = 85000$$

Całkowity opór obciążenia dla prądu zmiennego wynosi teraz:

$$R_1 = 100 \text{ k}\Omega + 85 \text{ k}\Omega = 185 \text{ k}\Omega$$

dopuszczalny procent modulacji:

$$M \leqslant \frac{R_1}{R} = \frac{185}{200} = 93\%$$

a więc przy największej występującej w praktyce głębokości modulacji zniekształcenia jeszcze nie wystąpią. Przy 100% modulacji zniekształcenia wg rys. 11 wyniosą ok. 2%.

$$\Delta R = R - R_1 = 200 \text{ k}\Omega - 185 \text{ k}\Omega = 15 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{15}{200} = 0,075$$

$$k_f = \sim 2\%$$

4) Opór wejściowy detektora

Ponieważ detektor zasilany jest zazwyczaj z obwodu rezonansowego, ważną dla nas sprawą będzie określenie oporu obciążenia jaki detektor przedstawia dla tego obwodu.

Ten dodatkowy opór włączony jest równolegle do obwodu rezonansowego i wywołuje tłumienie, pogarszając tym samym jego selektywność.

Rozpatrzmy uproszczony układ detektora jak na rys. 10b. O ile założymy, że opór detektora jest bardzo mały w porównaniu z oporem obciążenia czyli r ≪ R, możemy przyjąć, że moc prądu zmiennego dostarczana do obwodu równa się mocy prądu stałego traconej w oporze R, a zatem

$$\frac{E_m \,.\, I_m}{2} = U_= \,.\, I_= \cong E_m \,.\, I_=$$

czyli $I_m = 2 I_=$
opór wejściowy dla prądu zmiennego

$$R_w = \frac{E_m}{I_m} = \frac{E_m}{2 \,.\, I_=}$$

a ponieważ

$$\frac{U_=}{I_=} = \frac{E_m}{I_=} = R$$

zatem

$$R_w = \frac{R}{2} \qquad (4)$$

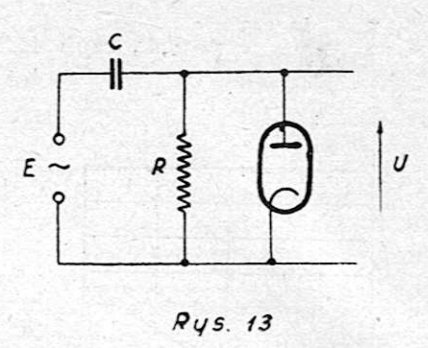
Opór, jaki przedstawia detektor, równy jest zatem połowie oporu obciążenia.

Rozumowanie nasze i wyniki były słuszne dla stosunkowo dużych napięć wejściowych. Dla napięć mniejszych, opór wejściowy jest o wiele mniejszy skutkiem tego, że przewodzenie diody nie kończy się dla napięcia C, a występuje jeszcze przy napięciu ujemnym (ok. — 0,6v). Dla napięć wejściowych od E_m = 5V oporność wejściowa ma wartość ok. ½ R. Przy napięciu E_m = 1V opór wejściowy wynosi około ⅓ R i przy napięciu 0,1V oporność wejściowa spada do ok. 1/7 R.

O ile zastosujemy dodatkowe napięcie dodatnie (ok. 1V w szereg z diodą, np. dla zmniejszenia zniekształceń przy głębokiej modulacji (patrz wyżej p. 3) oporność wejściowa przy E_m = 1V spada do ok. 1/5 R, zaś dla E_m = 0,1V do ok. 1/25 R.

Oprócz układu rozpatrywanego dotychczas stosuje się często układ, w którym opór obciążenia włączony jest równolegle do diody (Rys. 13).

Układ ten ma tę zaletę w stosunku do poprzedniego, że w obwodzie zewnętrznym płynie tylko składowa zmienna. Wszystkie przebiegi i wartości napięć są takie same jak w układzie poprzednim; jedynie tylko opór



Rys. 13

wejściowy takiego detektora będzie mniejszy ponieważ dochodzi tu jeszcze równolegle opór R.

Całkowity opór wejściowy w tym układzie wyniesie zatem:

$$R_w = \frac{R \cdot {}^1/_2 R}{R + {}^1/_2 R} = \frac{1}{3} R \qquad (5)$$

czyli równy jest jednej trzeciej oporu obciążenia. Układ jak na rys. 13 stosowany jest zwykle dla uzyskania automatycznego napięcia dla A. R. S.

(c. d. n.)

Przegląd schematów

Schemat Nr 70 przedstawia układ odbiornika walizkowo-przenośnego Radione R2 — 6V. Dominującą cechą tego aparatu jest jego zasilanie, które może odbywać się zarówno z sieci prądu zmiennego 110 do 220 wolt, jak i z akumulatora samochodowego 6 wolt. Do przełączenia rodzaju zasilania służy przełącznik (ostatni z prawej strony) wraz z dwoma rodzajami sznura. Jeden, sieciowy, ma wtyczkę kwadratową z napisami napięć na rogach. Wtyczkę tę wkłada się do okienka kwadratowego, właściwe napięcie umieszczając w rogu oznaczonym na aparacie białą marką. Jeśli aparat ma być zasilany z akumulatora, wyjmujemy sznur sieciowy i zamykamy okienko sieciowe. Ruch zamknięcia tego okienka otwiera tym samym drugie okienko okrągłe, do którego wkładamy inną, specjalną wtyczkę akumulatorową. Przesuwanie zaworu przerzuca jednocześnie wspomniany wyżej przełącznik. Przełącznik ten załącza włókna żarzenia lamp z transformatora wprost na akumulator, oraz układ wibracyjny. Zarówno z uzwojenia sieciowego jak i z uzwojeń wibratora napięcie indukuje się we wtórnym uzwojeniu anodowym i daje po wyprostowaniu napięcie anodowe, o tej samej w przybliżeniu wysokości. Wykonanie transformatora jednocześnie służącego obu rodzajom zasilania jest niełatwe i jest też on w omawianym aparacie szczególnie starannie wykonany, zwłaszcza pod względem izolacji. Poza tym musi on być doskonale ekranowany, a więc uzwojenia pomiędzy sobą, cały transformator od reszty układu, wreszcie cała część sieciowa z wibratorem od połączeń odbiornika. W przewodach akumulatora prowadzących do przerywacza znajduje się niezbędny filtr przeciwzakłóceniowy, złożony z cewek powietrznych, nawiniętych grubym drutem oraz kondensatorów blokujących.

Ze względu na to, że odbiornik jest przewidziany m. in. i do pracy w samochodzie, jego czułość musi być znaczna i dlatego zaopatrzony on jest w stopień wzmocnienia wielkiej częstotliwości z lampą EF13. Sygnał przechodzi następnie na siatkę lampy przemiany częstotliwości ECH11, w układzie konwencjonalnym. Uzyskana częstotliwość pośrednia (469,5 kc/s) przechodzi na lampę EF12. Wzmocnienie jest tu połączone z reakcją stałą, dla zwiększenia

czułości. Kondensator reakcyjny, prowadzący z anody lampy EF12 na uzwojenie reakcyjne obwodu pośredniej częstotliwości, jest wykonany w formie dwóch maleńkich blaszek doginanych. Lampa EF12 nie jest, z natury rzeczy, objęta układem automatyki, która działa więc tylko na dwie lampy, EF13 i ECH11. Zrobiono to prawdopodobnie dla uzyskania wielkiej czułości odbioru słabych stacji raczej niż stabilności.

Detekcja jest konwencjonalna, jak również wytwarzanie napięcia kierunkowego dla automatyki (lampa EBC11). Wzmocnienie zdemodulowanego napięcia częstotliwości akustycznej następuje w części triodowej lampy EBC11. Jednak dla wmocnienia z adaptera gramofonowego wciągnięta jest do współpracy lampa EF12. W anodzie jej widzimy opór 10KΩ, zablokowany zresztą kondensatorem 5000 pF dla prądów pośredniej częstotliwości, który podaje wzmocnione sygnały z adaptera na potencjomierz regulacji siły głosu. Sprzężenie między anodą EBC11 a siatkami podwójnej triody push-pull EDD11 jest transformatorowe, z regulacją barwy głosu na pierwotnym uzwojeniu. Pragniemy zwrócić uwagę na sposób otrzymywania ujemnego przednapięcia siatek lampy EDD11. Przy zasilaniu z sieci prądu zmiennego uzyskuje się to napięcie na oporze 100 Ω w ogólnym minusie. Przy zasilaniu natomiast z akumulatora napięcie ujemne daje właśnie ten sam akumulator, a mianowicie — 6 wolt. Przełączanie odbywa się jednocześnie tym samym przełącznikiem, który podaje właściwy rodzaj zasilania.

***

Na schemacie Nr 71 podany jest układ supera Philipsa 4—39A, produkowany przed wojną w kraju. Obwody wejściowe, stanowią zespół filtra wstęgowego, o sprzężeniu pojemnościowym, z dwoma małymi ceweczkami uzupełniającymi, których rolą jest odrzucanie odbić zwierciadlanych fal odbieranych. Układ ten czynny jest tylko zresztą na falach średnich i długich. Ponieważ zaś częstotliwość pośrednia w tym odbiorniku jest niska (128 kc/s), fale zwierciadlane dają się bardzo dotkliwie odczuć na falach krótkich. Należy przy tym podkreślić, że na tych ostatnich jest również nieczynna automatyka lampy przemiany częstotliwości AK2. Oscylator pracuje ze strojoną siatką, zaś jego anoda zasilana jest tym samym napięciem co i siatka ekranująca.

Wzmocnienie pośredniej częstotliwości jest konwencjonalne, przy zastosowaniu lampy o zmiennym nachyleniu AF3. Następuje detekcja na jednej z diod lampy ABL1, a uzyskane napięcie częstotliwości akustycznej steruje wprost, poprzez regulator siły głosu, siatkę lampy głośnikowej. Brak jest więc, jak widzimy, stopnia wzmocnienia niskiej częstotliwości, z jego wszystkimi zaletami, jak zwiększona czułość odbiornika, możność stosowania ujemnego sprzężenia zwrotnego, wzmocnienie muzyki gramofonowej z adaptera itd. Dlaczego f-ma Philips robiła oszczędność na tej jednej lampie — sprawozdawca nie mógł się dowiedzieć. Z drugiej diody czerpie się napięcie kierunkowe automatyki, dla jednej jedynej z resztą tylko lampy AF3. Zastosowano przy tym duże przednapięcie opóźnienia, na oporach katodowych ABL1 (125 + 100Ω), a mianowicie około 10 wolt. W tych warunkach automatyka może oczywiście być tylko skuteczna w niewielkim zakresie.

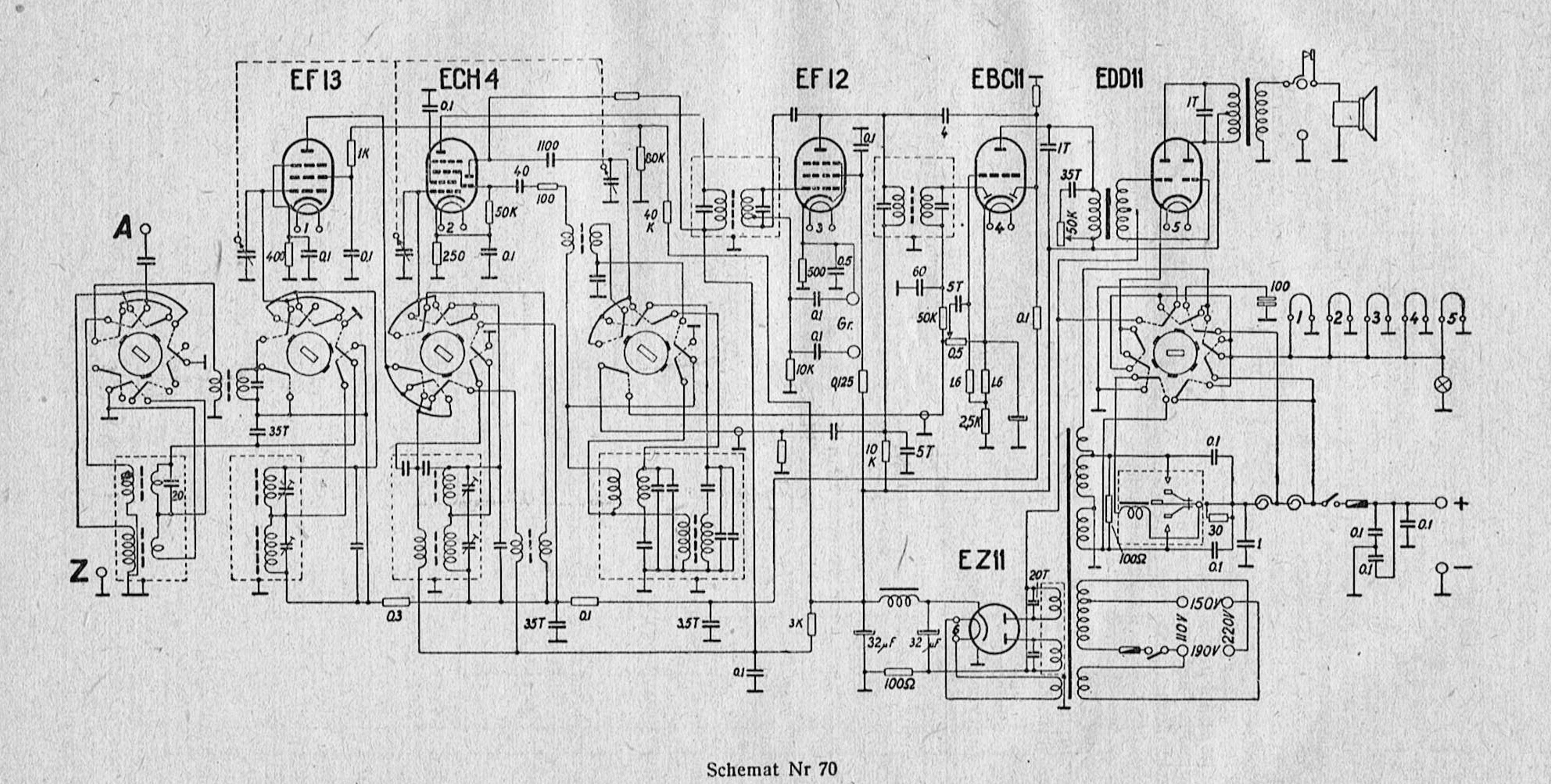
Zasilanie odbiornika jest zupełnie proste, z tym nawet, że anoda lampy głośnikowej pracuje wprost z pierwszego elektrolitu, którego wartość musi więc być duża. Ponieważ jednak użyto głośnika z magnesem stałym, napięcie wyprostowane jest niskie (+ 250 V) i elektrolity mają napięcie znamionowe zaledwie 320 V. Reszta odbiornika, poza anodą lampy głośnikowej, zasilana jest poprzez filtr RC (2 kΩ i 32 μF).

O z n a c z e n i a p r z e ł ą c z n i k ó w p ł a s k i c h. Przełączniki, powszechnie stosowane w nowoczesnych odbiornikach, składają się z jednego, dwu, ewent. trzech segmentów. Każdy segment składa się ze statora (części nieruchomej) w postaci kółka z bakelitu lub ceramiki, do której przynitowane są języczki z łapkami, rozmieszczone po obu stronach płytki. W wycięciu płytki obraca się kółko (rotor), z tego samego materiału, niosąc wbite, przeważnie na wylot, płaskowniczki metalowe. Kółko obraca się na osi przełącznika i w każdym położeniu, płaskowniczki robią kontakty pomiędzy łapkami statora łącząc elektrycznie łapki, których dotykają jednocześnie, i to zarówno po jednej stronie płytki jak i po obu. Są to przełączniki doskonale znane, ale ich oznaczenia na schematach, m. in. i w bieżącym numerze naszego miesięcznika, nie są powszechnie znane i łatwo czytelne. Podamy więc klucz oznaczania i odczytywania połączeń tych przełączników:

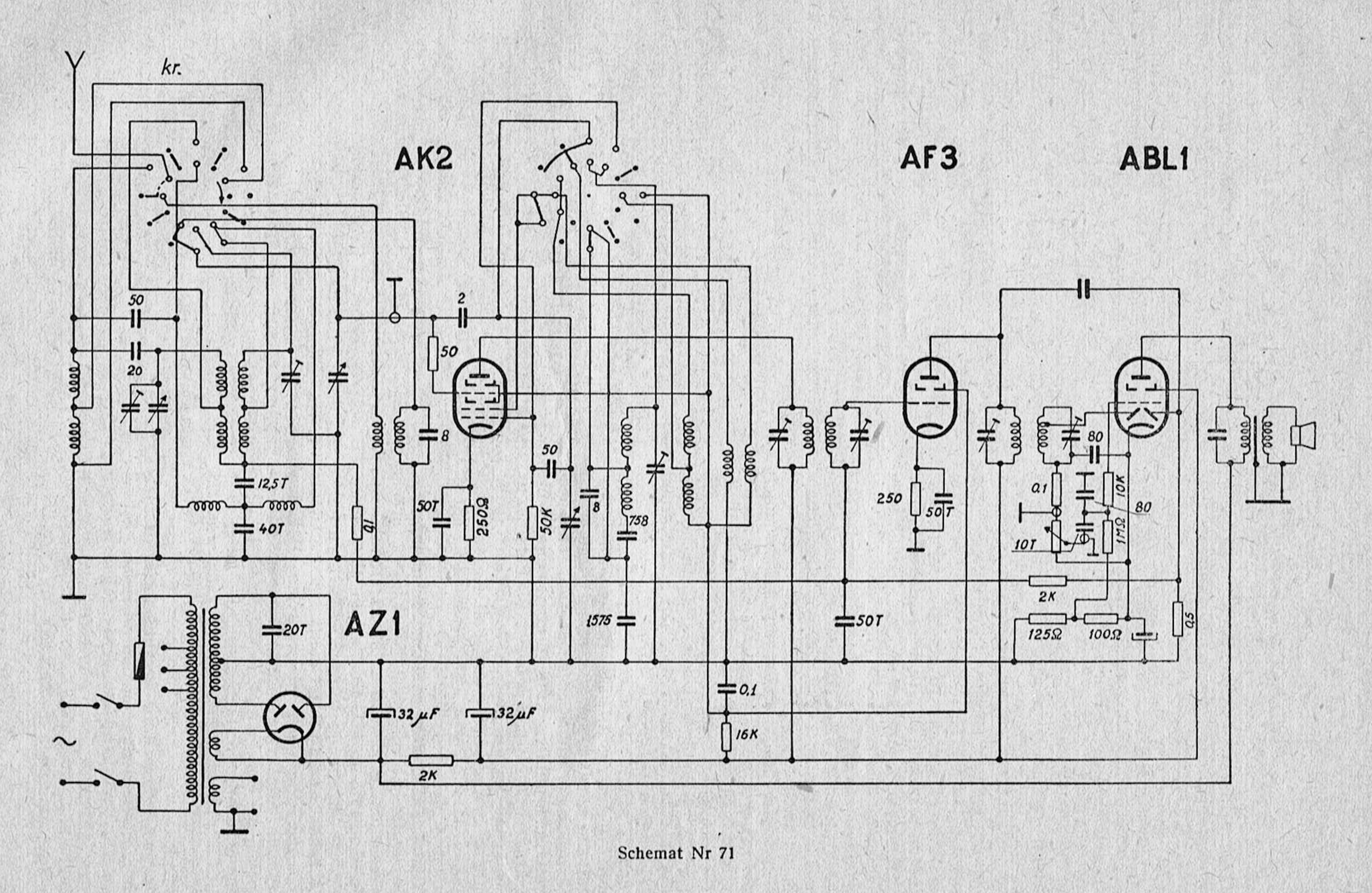
Kółko — oznacza sprężynkę (łapkę) statora, przy czym kółka zewnętrzne oznaczają łapki znajdujące się po przedniej stronie płytki przełącznika (patrząc od przodu odbiornika), zaś kółka wewnętrzne oznaczają łapki znajdujące się z tylnej strony przełącznika.

Kropki — oznaczają punkty postoju przełącznika w poszczególnych zakresach, bez łapek w tych miejscach.

Linie promieniowe oraz łuki — oznaczają kontakty rotora. W naturze znajdują się one na wylot kółka rotora, schemat podaje to w formie rozciągniętej w kierunku na zewnątrz koła. Linie przerywane oznaczają kontakty znajdujące się po jednej, tylnej tylko stronie rotora.



Schemat Nr 70



Schemat Nr 71

Stacja SP1CM w Warszawie

Wśród radiostacji amatorskich, jakie pojawiły się w Polsce w ciągu 1949 roku, szeroką popularność zdobyła już stacja SP1CM w Warszawie.

Sygnały SP1CM możemy słyszeć prawie codziennie w pasmach amatorskich 20, 40 lub 80 metrów, i każdemu, kto obserwuje pracę amatorów „grafistów" — są znane.

W odróżnieniu od opisanej w Nr 10/1949 „RADIA" fonicznej stacji SP5AB, stacja SP1CM pracuje dotychczas wyłącznie „grafią" i koresponduje przeważnie z amatorami pozaeuropejskimi.

Powstanie stacji SP1CM datuje się od listopada 1929 roku, kiedy to operator jej przebywając na studiach w Wilnie zetknął się z pionierami krótkofalarstwa na tamtejszym terenie i tamże rozpoczął swe pierwsze próby nadawania na falach krótkich, używając początkowo sygnału SP3MG. Sygnał SP1CM otrzymano w 1931 roku i pod tym sygnałem pracowano do 1939 roku w Bydgoszczy.

Pierwszy nadajnik zbudowany był na pudełku od cygar i zasilany z suchej baterii anodowej. Moc tego nadajnika nie przekraczała 2 W. W tych warunkach, mimo braku doświadczenia i słabego jeszcze opanowania alfabetu Morse'a, nawiązano kilkadziesiąt połączeń z amatorami bliżej położonych państw europejskich. Wyniki te dodały zapału do dalszej pracy i rozbudowy stacji. Niestety, możliwości finansowe nie pozwalały na zbudowanie w krótkim czasie stacji większej mocy, wobec czego do 1936 roku pracowano nadajnikiem, którego koszt budowy nie przekroczył 30 złotych, a moc 5 W. Pomimo to, że osiągane wyniki były zadowalające (połączenia ze wszystkimi państwami Europy oraz z Azją i Afryką), wytrwale gromadzono sprzęt do dalszej rozbudowy stacji.

W końcu 1936 roku pobudowano nadajnik w układzie trzystopniowym, sterowany kwarcem i o mocy około 50 W w ostatnim stopniu. Nadajnikiem tym do 1939 roku osiągnięto połączenia z 62 państwami wszystkich kontynentów.

Za pracę ze wszystkimi kontynentami świata stacja SP1CM, jako pierwsza na Pomorzu otrzymała międzynarodowy dyplom W.A.C. (Worked All Continents), co wprowadziło ją do grona czołowych stacji świata, gdyż ilość W.A.C.-ów w danym kraju uważana wówczas była za wskaźnik poziomu rozwoju krótkofalarstwa.

Okupacja przerwała legalną pracę wszystkich radiostacji amatorskich w Polsce. Sprzęt stracony, operatorzy poddani najostrzejszym prześladowaniom ginęli w obozach i tylko nielicznym naszym krótkofalowcom udało się oddać swe umiejętności w walce o wyzwolenie przy utrzymywaniu łączności grup partyzanckich czy też służąc w odrodzonym Wojsku Polskim.

Po odzyskaniu niepodległości krótkofalowcy polscy musieli od nowa zorganizować się, od podstaw budować nowe polskie krótkofalarstwo i ubiegać się o cenny dziś sprzęt, aby móc zademonstrować światu taką pracę na falach krótkich, jaką szczycimy się dziś w każdej dziedzinie życia naszego narodu.

Cel ten został już częściowo osiągnięty i mamy już kilka pracujących stacji amatorskich, które godnie noszą znak SP.

Stacja SP1CM rozpoczęła pracę dnia 1 listopada 1949 r. i do dnia 26 grudnia, mając bardzo ograniczone możliwości co do czasu pracy, uzyskała 472 połączenia z amatorami wszystkich kontynentów.

Wymieniamy tylko stacje pozaeuropejskie, z którymi stacja SP1CM utrzymywała we wspomnianym okresie łączność:

*

Alaska — KL7FM, KL7ZL. *Australia* — VK3AKP, FK3JE, VK5FH. *Ekwador*—HC7KD. *Gruzja* — UF6PA (3 razy). *Hawaje* — KH6BA (2 razy), KH6CD, KH6EL, KH6MG, KH6VP. *Indie* — VU2MQ. *Izrael* — 4X4CJ. *Japonia* — JA3AF. *Kanada* — VE1EA, VE1DD, VE1ZZ, VE2NI, VE6AB, VE6MC, VE7CC, VE7HC, VE7VC (2 razy), VE7VO, VE7ZM, VE8BW, VE8GI, VE8MF, VE8OE. *Kazakstan*— UL7BS. *Kenia* — VQ4KRL (2 razy). *Kongo Belgijskie* — OQ5VD. *Labrador* — VO6X. *Nowa Zelandia* — ZL1HY, ZL2GX, ZL3BJ, ZL3HD, ZL4AW, ZL4CK. *Oman* — MP4BAD. *Porto Rico* — KP4HU. *Rodezja Południowa* — ZE2JN. *Rodezja Północna* — VQ2GW. *Saudi Arabia* — HZ1HZ. *Syberia* — UA9KCC, UA9OA. *Tasmania* — VK7JB. *Tunis* — FT9DP. *Unia Południowo-Afrykańska* — Kraj przylądkowy: ZS1FD, ZS1JW, ZS1FR, ZS1CN (2 razy), ZS2GU, ZS2X, ZS2AT, ZS2CV, ZS2FN, *Orania* — ZS4ES; *Natal* — ZS5LM, ZS5FF, ZS5KA, ZS5IO, ZS5JI, ZS5YF; *Transwal* — ZS6RI, ZS6J, ZS6IJ, ZS6CT, ZS6DZ, ZS6QF, ZS6OQ, ZS6OW, ZS6KG, ZS6UW, ZS6WY, ZS6DO. *Stany Zjednoczone A. P.* — W1CMU, W1ME, W1ENE, W1DQH, W1AWX, W1LVH, W1FTX, W1BYC, W1FH, W1BOR, W1DHD, W1CPT, W1CJK, W1KYG, W2ABE, W2IYO, W2CKR, W2HUQ, W2TE, W2KJZ, W2GGL, W2OFX, W2SUO, W2YUI, W2PQS, W2JGZ, W2JVU, W2FCL, W3CRA, W3LBG, W3RCQ, W3KQF, W3NKI, W3OCU, W3ETD, W3EVW, W3LOE,

W3AFM, W4NKQ, W4FZW, W4BRB, W4KFC, W4NNN, W4DXI, W6ADP, W6ER, W6KEK, W6MHB, W6KYT, W6COG, W6ATW, W6TS, W6ARI, W6IPH, W6PQT, W6JU, W6JTB, W6EFM, W6VE, W6PB, W6 FR, W6FSJ, W6ZCY, W6NJP, W6KIN, W6TI, W6JK, W6ZBY, W6LMZ, W6SN (2 razy), W6AWY, W6EHV, W6ANN, W6EPZ, W6IBD, W6DFY, W6DOT, W6ENV, W6NNV, W6YX, W6PFD, W6PQT, W6RBQ, W6LMZ, W6SFS, W7AC, W7BD, W7DL, W7VY, W7CNM, W7EWP, W7EW, W7AMX, W7DZO, W7OY (2 razy), W7HKT, W7MOU, W7KTN, W7AYJ, W8DDS, W8SUC, W8BRA, W8WZ, W9IPX, W9VW, W9CIA, W9KOK, W9FID, WOPNQ, WORBA, WODU, WOCGY, WOYXO. *Strefa Kanału Sueskiego* — MD7GR, MD7DC. *Złote Wybrzeże* — ZD4AM.

Do odbioru używa się odbiornika Hallicrafters model SX-28, który umożliwia dobrą słyszalność najsłabszych stacji, nawet w niesprzyjających warunkach. W skład stacji wchodzi ponadto falomierz lampowy, który używany jest do stałej kontroli nadawanych sygnałów. Do manipulacji używa się półautomatycznego klucza „bug", który daje czytelne i rytmiczne sygnały, co przy dobrym tonie sprawia, że stacja wyróżnia się w eterze, a odbiór jej jest łatwy i przyjemny.

Na nadchodzący sezon DX-owy (sprzyjający dla najdalszych połączeń) projektuje się urządzenie nowej symetrycznej anteny specjalnie dla pasma 20 m., dostosowanie stacji do pracy na dowolnej częstotliwości i do pracy w paśmie 10 m. oraz dobudowanie modulacji dla pracy fonicznej z amatorami polskimi i radzieckimi, którzy w czasie łączności z Polską często przechodzą na fonię i w rozmowach tych jeszcze bardziej pogłębiają nasze przyjazne i serdeczne stosunki.

Stacja SP1CM pracuje mocą około 100 W. Nadajnik składa się z trzech stopni — oscylatora kwarcowego, powielacza i wzmacniacza mocy. Antena nadawcza typu L zawieszona na 6 metrowych masztach. Długość anteny łącznie z doprowadzeniem wynosi 35 metrów, przy czym część pozioma 20 m. Na antenie tej z łatwością pokrywa się pasma 20, 40 i 80 metrów i słyszalność stacji jest zawsze bardzo dobra, tak że nie bywa wypadków, aby nie można było nawiązać łączności z każdym usłyszanym korespondentem. Zaznaczyć należy, że nawet w paśmie 80 metrów z łatwością uzyskuje się połączenia z Ameryką.

Komunikaty P.Z.K.

1. Ostatnio ukazała się nowa licencja amatorska. Otrzymał ją Ob. Stanisław Grzyb — Sopot, ul. Kościuszki 4. Znak SP5SG.

2. Wobec trudności z organizacją Oddziału P.Z.K. w Katowicach, teren tego województwa dołączono tymczasowo do Oddziału P.Z.K. we Wrocławiu. Adres: Wrocław, Plac Solny 9.

Na półkach księgarskich

Dr inż. Tedeusz Zagajewski: Radiotechniczne urządzenia nadawcze. Biblioteka Wiedzy Telekomunikacyjnej — Państwowy Instytut Telekomunikacyjny. Str. 613 + XVII. Cena 2600 zł.

„Nadawcze urządzenia radiotechniczne są bez wątpienia jednym z podstawowych działów radiotechniki, o dość ustabilizowanym już stopniu rozwoju ogólnego, ale równocześnie o dużej dynamice rozwojowej w pewnych dziedzinach. Dlatego też istnieje w literaturze światowej, szczególnie periodycznej, mnóstwo materiałów odnoszących się do zagadnień radionadawczych; niestety, materiały te są trudno dostępne, zwłaszcza w naszych warunkach, wobec braku dostatecznie wyposażonych bibliotek technicznych.

Przy takiej ilości literatury periodycznej dziwić może ubóstwo literatury podręcznikowej z zakresu urządzeń radionadawczych, spowodowane — być może — skupieniem produkcji nadajników radiowych w niewielkiej liczbie specjalnych wytwórni.

Dlatego też podejmując się napisania tej książki dla B.W.T., zdawałem sobie sprawę z trudności, z którymi się zetknę i z niemożności zmieszczenia całego, olbrzymiego materiału, objętego tytułem książki. Konieczna była selekcja materiału, ograniczenie treści do tematów zasadniczych, potrzebnych dla studenta, względnie technika lub inżyniera pracującego przy konstrukcji czy eksploatacji urządzeń radionadawczych. Z tych samych względów skró-

cono do minimum lub pominięto zagadnienia specjalne, które są już opracowane (stabilizacja częstotliwości), względnie wymagają osobnego opracowania (fale ultrakrótkie, telewizja)".

Przytoczona wyżej przedmowa Autora obrazuje najlepiej istniejący stan rzeczy oraz charakter książki. Zamieszczony w niej spis literatury książkowej zawiera, na 24 pozycje, zaledwie 7 tytułów odnoszących się specjalnie do nadajników, w tym 6 w języku rosyjskim i 1 w języku niemieckim, wszystkie zresztą, nie osiągalne. Trudno oprzeć się wrażeniu, że podstawowa ta gałąź wiedzy naszej jest rozmyślnie skrywana. W takich warunkach, Redakcja czuje się upoważniona do wyrażenia, w imieniu Czytelników i własnym, wdzięczności Autorowi za stworzenie dla naszych radiotechników dzieła stojącego na poziomie właściwym ważności tematu. O wartości książki świadczy jej powodzenie oraz jej treść, którą podamy w streszczeniu.

We wstępie podane są krótko podstawowe zasady radiokomunikacji, podział fal oraz wymagania stawiane przy ustalaniu łączności radiowej, wreszcie typowy układ nowoczesnego nadajnika, którego szczegółowe i wszechstronne opracowanie jest właściwym tematem reszty książki.

W rozdziale 1. omówione jest obszernie wzmacnianie wielkiej częstotliwości oraz jej powielanie. Rozdział ten obejmuje omówienie charakterystyk lamp nadawczych, kształtów impulsów prądu anodowego oraz siatkowego, równania i wykresy wzmacniacza klasy C oraz jego obwodu siatkowego. Dalej: dobór najkorzystniejszych warunków pracy, metody obliczania z charakterystyk lamp, jak również z danych lampy, wreszcie powielanie częstotliwości.

Rozdział 2. obejmuje generację i stabilizację częstotliwości. Po omówieniu zasady przydziału pasma częstotliwości dla każdego nadajnika, podane są tolerancje aktualnie obowiązujące przy pracy stacji nadawczych. Dalej, zasady działania generatorów samowzbudnych z opornością ujemną oraz ze sprzężeniem zwrotnym, ich zasadnicze układy, warunek wzbudzenia drgań. Następnie stabilizacja częstotliwości drgań generatorów samowzbudnych oraz stabilzacja elektro-mechaniczna z uwzględnieniem głównie oscylatorów kwarcowych, cięć kwarcu, spółczynników temperatury oraz układów lampowych z kwarcem.

Rozdział 3: Neutralizacja i drgania pasożytnicze. Oddziaływanie obwodu anodowego na siatkowy poprzez pojemność anoda - siatka i sposoby jego usuwania. Drgania pasożytnicze w nadajnikach, wykrywanie, klasyfikacja oraz usuwanie.

Rozdział 4: Modulacja i manipulacja. Długi rozdział omawiający szczegółowo rodzaje modulacji, sposoby ich uzyskiwania w układach lampowych, obliczenia z danych lamp oraz na charakterystykach, modulatory ze szczególnym uwzględnieniem modulatora anodowego pracującego w klasie B, ujemne sprzężenie zwrotne w modulatorach i w nadajnikach. Układy ekonomiczn modulacji: modulator klasy B, system Chireix a i Doherty'ego. Modulacja częstotliwości. Manipulacja telegraficzna, rodzaje i układy.

Rozdział 5: Obwody i ich elementy. Rezonans, obwody sprzężone, obwody typu Π, filtry dla eliminacji harmonicznych, obwody o stałych rozłożonych. Materiały dielektryczne, kondensatory stałe i zmienne. Cewki indukcyjne, stałe i zmienne. Dławiki i transformatory z rdzeniem żelaznym, obliczanie i konstrukcja.

Rozdział 6: Zasilanie urządzeń nadawczych. Zasilanie żarzenia, siatek, anody. Źródła prądu: przetwornice obrotowe, prostowniki — próżniowe, rtęciowe z żarzoną katodą i łukowe oraz sterowane siatką. Układy prostownicze, jedno, trój, i sześciofazowe. Filtry wygładzające, ich własności i projektowanie. Regulacja napięcia — potencjometryczna, transformatorowa oraz napięciem siatki. Stabilizacja napięcia — za pomocą bareterów, stabilovoltów oraz stabilizatorów magnetycznych.

Rozdział 7: Urządzenia pomocnicze. Chłodzenie powietrzem i wodą. Blokada i sygnalizacja, zabezpieczanie nadajnika i jego obsługi, załączanie.

Rozdział 8: Zasady konstrukcji i projektowania. Wybór systemu nadajnika oraz zespołu lamp i jego konstrukcji, obliczenia. Opracowanie schematu nadajnika, jego zasilania oraz blokady i sygnalizacji. Rozwiązania konstrukcyjne. Opisy nadajników fabrycznych wielkiej i małej mocy, radiofonicznych i telegraficznych, długo, średnio i krótkofalowych, ze schematami oraz ilustracjami.

Rozdział 9: Badanie i kontrola pracy nadajników. Badanie części składowych i podzespołów, lamp. Badanie całych urządzeń: zasilania, wzmacniaczy wielkiej częstotliwości, małej częstotliwości. Pomiar mocy. Pomiar harmonicznych, głębokości modulacji, zniekształceń liniowych i nieliniowych itd.

Podana wyżej treść książki mówi sama za siebie. Jej wykonanie graficzne jest skromne lecz bardzo przyjemne, ilość błędów niewielka i poprawiona w końcu książki. Od siebie poprawimy pomyłkę we wzorze (2) na str. 316 gdzie w mianowniku powinno być R_2 zamiast R_1.

Jesteśmy pewni, że ci spośród naszych Czytelników, którzy traktują poważnie nasz dział techniki, uzyskają z tej książki wiadomości potrzebne dla pogłębienia i ugruntowania swej wiedzy o urządzeniach nadawczych.

Odpowiedzi Redakcji

Bielaniewicz Tadeusz, Wrocław, C. Skłodowskiej 43.
Cewki oscylatora należy nawinąć drutem w izolacji jedwab-emalia. Uzwojenia tych cewek oraz filtru pośredniej częstotliwości najlepiej nawinąć systemem komórkowym lub masowo t.j. zwój na zwoju na cylindrze o średnicy 2 — 3 cm. Drut wybiera się o takiej izolacji, aby zabezpieczała ona przed zwarciem między sąsiednimi zwojami oraz aby wymiary cewek zawierały się w pożądanych granicach.

Romańczyk Tadeusz, Złoty Stok, Wolności 9.
Zrywanie drgań w oscylatorze na zakresie krótkofalowym może mieć miejsce z powodu wady w samej lampie (jeśli nie pomaga podwyższenie napięcia pracy) — radzimy zrobić próby z kilkoma kolejno zmienianymi ogzemplarzami lamp 6J7. Ekranować należy wszystkie lampy szklane, a więc i lampę mieszającą REN904. Przy korzystaniu z woltomierza lampowego jako wskaźnika dostrojenia należy brać pod uwagę maksymalne wychylenia wskazówki przyrządu. Stacje, o które P. zapytuje, wymieniliśmy w wykazie stacji nadawczych, jaki jest do nabycia w administracji naszego wydawnictwa.

Paluch Mieczysław, Strzegom, Stalina 60a.
Obciążenie transformatora sieciowego, pracującego w mostku do pomiaru oporów i pojemności z lampami 6K7 i EM1 nie przekracza 10 watów.

Kwapisz Kazimierz, Sosnowiec, Pańska 15.
Za pomocą urządzenia do wykrywania min możliwe jest odnalezienie zakopanego w ziemi odbiornika, jeżeli w pobliżu nie ma żadnych źródeł zakłócających, wpływających na pracę przyrządu. Dokładny schemat i opis tego rodzaju urządzenia znajdzie. P. w wydawnictwach specjalnych. Między innymi przyrząd taki omówiono w nr 7 — 8 — 9 Przeglądu Teletechnicznego z roku 1947.

KUPON Nr 33
na odpowiedź w »Radio«

Nazwisko ....

Adres ....

....

Nomogram Nr 33

Oporności równoległe i pojemności szeregowe.

Nomogram niniejszy stanowi rozwinięcie i udogodnienie Nomogramu Nr 5 zamieszczonego w wyczerpanym już Nr 6/1946 r. Można za pomocą niego obliczyć wartość oporności wypadkowej, wynikłej z równoległego połączenia oporów, lub też wartość pojemności wypadkowej uzyskanej przy szeregowym połączeniu kondensatorów.

Przy równoległym połączeniu dwu oporów r_1 i r_2, opór wypadkowy R określa się wzorem:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}$$

Przy szeregowym połączeniu pojemności c_1 i c_2, wypadkowa pojemność C wyraża się analogicznym wzorem:

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Wyniki obliczeń w takich wypadkach można znaleźć z niniejszego nomogramu. Uwzględniliśmy w nim dodatkowo wypadki, gdy rząd wartości oporności lub pojemności różni się od siebie o jedną dekadę, tzn. w stosunku około jeden do dziesięciu (skale b_1 b_2 i B).

Na skalach normalnych nomogramu napisane są cyfry od 0 do 200. Przy posługiwaniu się nomogramem skale można zwiększać lub zmniejszać dowolną liczbę razy np. 10, 100 czy 1000 krotnie — ale wszystkie trzy skale jednocześnie. Nie tylko zresztą dopuszczalne są mnożniki (czy dzielniki) zawierające jedynkę z jednym lub więcej zerami, aczkolwiek oczywiście są one najbardziej dogodne i najłatwiej z nimi uniknąć błędów. Można z powodzeniem stosować mnożniki lub dzielniki inne np. 2, 3, 5, z dowolną ilością zer — jak dogodnie.

Przykład I: połączono w szereg dwa kondensatory o pojemności 1500 i 950 pF. Powiększając w myśli wartości na trzech skalach dziesięciokrotnie, łączymy punkt 150 na skali a_1 z punktem 95 na skali a_2; przecięcie ze skalą A podaje cyfrę 58, rezultat ostateczny wynosi więc 580 pF.

Przykład II: Połączono równolegle dwa opory 6 i 4 omy. Zmniejszając w myśli wartości na wszystkich trzech skalach dziesięciokrotnie, łączymy punkt 60 na skali a_1, z punktem 40 na skali a_2; przecięcie prostej łączącej te punkty ze skalą A wyznaczy cyfrę 24, rezultat właściwy wynosi więc 2,4 Ω.

Przykład III. Połączono równolegle opór 16000 Ω z oporem 900 Ω. Mnożąc w myśli skale stokrotnie i łącząc punkt 160 na skali b_1 z punktem 9 na skali b_2, otrzymujemy odczyt na skali B 8,52, rezultat ostateczny wynosi liczbowo 852 Ω.

Jeśli oporów łączonych równolegle (lub kondensatorów — szeregowo) jest więcej niż dwa na przykład trzy, cztery itd., obliczamy wypadkowę z pierwszych dwóch i otrzymany wynik na skali A przenosimy na skalę a_2, zaś na skali a_1 umiejscawiamy następną z kolei wartość, która da nam nowy wynik pośredni na skali A — i tak dalej.

Przykład IV: obliczyć oporność wypadkową z połączenia równoległego: R_1 = 10000 Ω, R_2 = 45000 Ω, R_3 = 15000 Ω i R_4 = 80000 Ω. Do obliczenia zwiększymy początkowo skale tysiąckrotnie. Odnajdujemy najpierw wynik pośredni z połączenia R_2 i R_4, ponieważ wartości ich są zbliżone: prowadzimy prostą od 80 do 45 i na skali A odczytujemy 28.8. Przenosimy tę wartość na skalę a_1 zaś na skali a_2 odkładamy cyfrę 15 odpowiadającą oporowi R_3; wynik na skali A opiewa obecnie 9,9. Ponieważ jednak zmuszeni zostaliśmy do operowania zbyt blisko wierzchołka nomogramu, gdzie dokładność odczytu jest najmniejsza, możemy zastosować chwilowo inny mnożnik. Dogodnie będzie na przykład znaleźć rezultat 144 (288:2) i 75 (150:2): wyniesie on mianowicie 49,3. Likwidujemy dokonane przed chwilą dzielenie, mnożąc ten wynik przez 2 — otrzymujemy 98,6. Wartość tę odkładamy na skali a_1 zaś na skali a_2 obieramy cyfrę 100, odpowiadającą oporowi R_1. Wynik na skali A wynosi 49,5, tak że oporność równoważna połączonym równolegle oporom R_1, R_2, R_3 i R_4 wynosi ostatecznie 4950 Ω.

Nomogram daje również odpowiedź na następujące pytanie, często spotykające się w praktyce, a mianowicie, jaką oporność r_2 należy dołączyć równolegle do istniejącego oporu r_1, aby otrzymać potrzebną oporność R (to samo tyczy się oczywiście i pojemności — jaką pojemność c_2 należy załączyć szeregowo do istniejącej pojemności c_1, aby otrzymać potrzebną pojemność C).

Wzory na obliczenie tych wartości wynikają ze wzorów podanych na początku, a mianowicie:

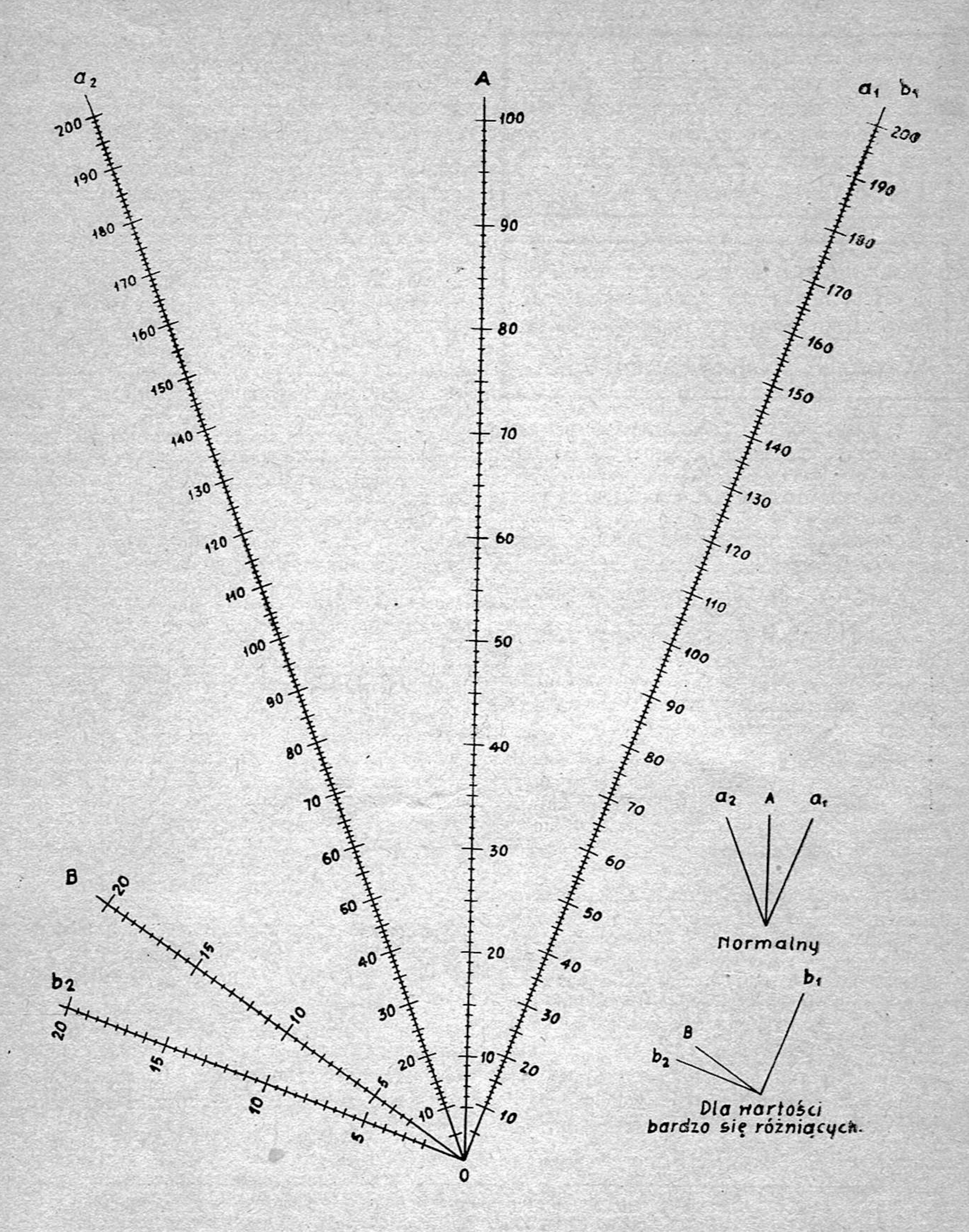
$$r_2 = \frac{r_1 . R_2}{r_1 - R_2}$$

$$C_2 = \frac{C_1 . C}{C_1 - C}$$

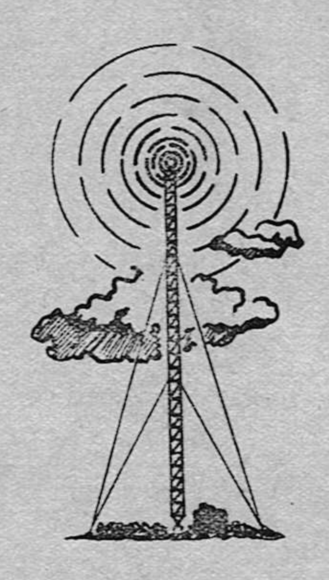
Na nomogramie obieramy odpowiednie wartości na skalach a_1 i A (względnie b_1 i B), zaś odpowiedź odczytujemy na skali a_2 (wzgl. b_2).

Przykład V. Jaką oporność należy dołączyć równolegle do 1000 omów aby otrzymać 600 omów. Nanosimy cyfrę 100 na skali a_1, zaś na skali A cyfrę 60; rezultat na skali a_2 wynosi 150. Dołączyć równolegle należy więc 1500 omów.

Redaktor naczelny Wacław Wagner . Komitet redakcyjny:
inż. Jerzy Borecki, inż. Mieczysław Flisak, mgr Aleksandra Gradowska, inż. Kazimierz Lewiński
Nakład 11.000, format A-4, objętość 2 arkusze, papier ilustracyjny kl. V 90 gr.
Wydawca: Biuro Wydawnictw Polskiego Radia.
Adres Redakcji: Warszawa, Al. Stalina 21; **Administracji:** Warszawa, Noakowskiego 20.
Druk. Ludowej Spółdzielni Wydawniczej nr 2, W-wa. **B-101342**



Nomogram Nr 33.



Druk. Ludowej Spółdzielni Wydawniczej nr 2 W-wa.